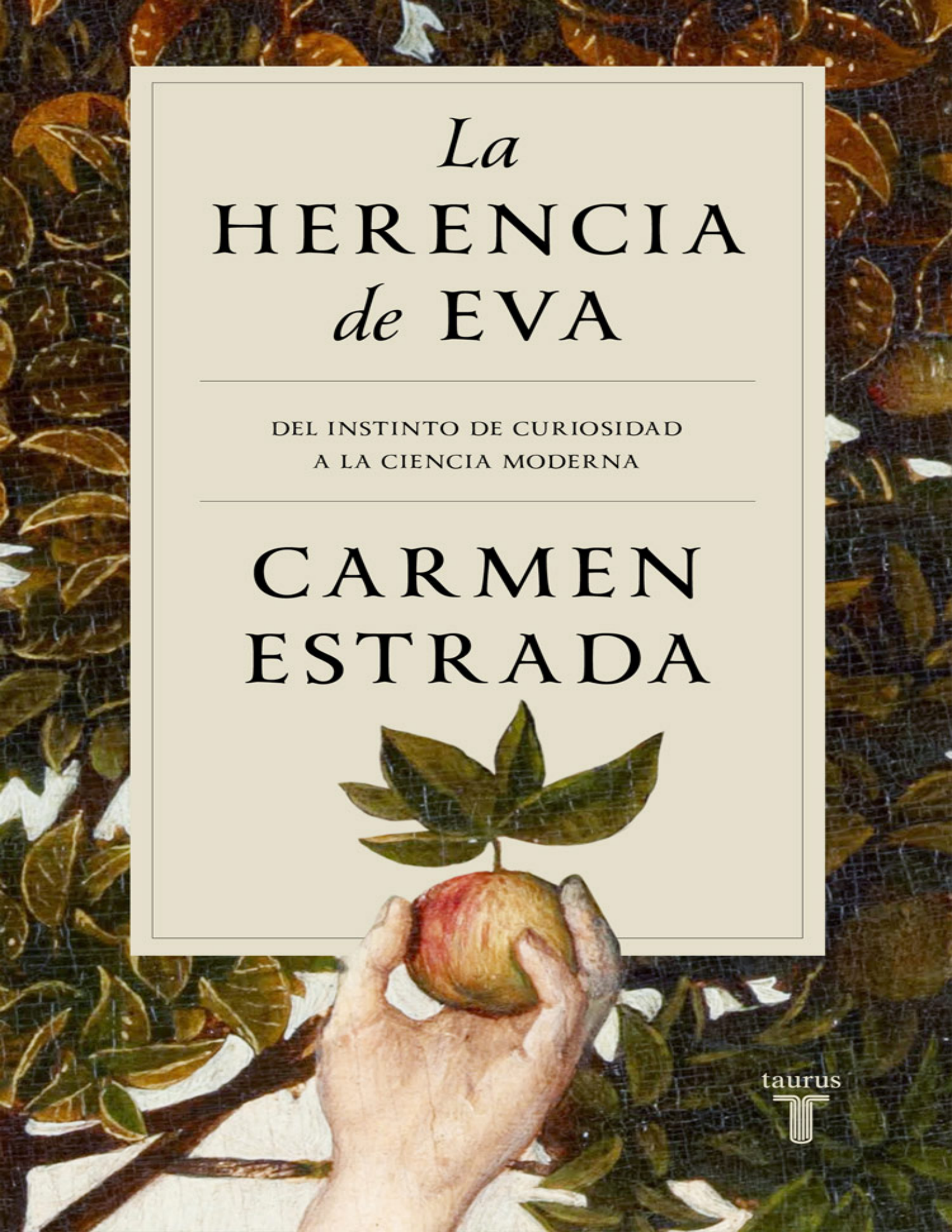
La HERENCIA *de* EVA

DEL INSTINTO DE CURIOSIDAD
A LA CIENCIA MODERNA

CARMEN ESTRADA

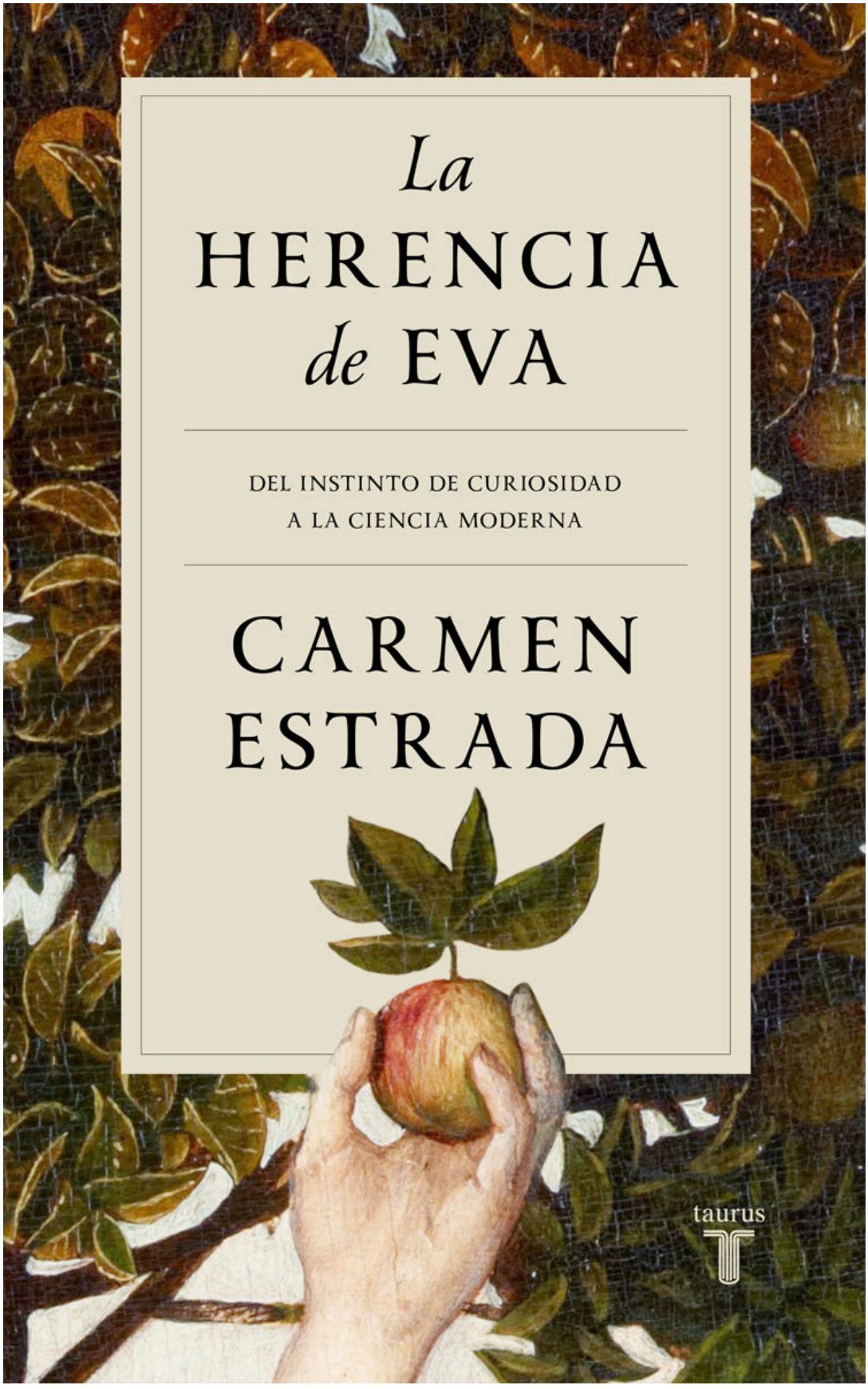


taurus

La HERENCIA *de* EVA

DEL INSTINTO DE CURIOSIDAD
A LA CIENCIA MODERNA

CARMEN ESTRADA



taurus

Carmen Estrada

La herencia de Eva

Del instinto de curiosidad a la ciencia moderna

taurus

En las demás tareas de la vida solo después de terminadas les llega el fruto, pero en la búsqueda de la verdad corren a la par el deleite y la comprensión, pues no viene el gozo después del aprendizaje, sino que se da el aprendizaje a la vez que el gozo.

EPICURO, fragmento A27

Cada paso que se da hacia el conocimiento más íntimo de la naturaleza conduce a la entrada de nuevos laberintos; pero esta intuición vaga de tantos misterios por descubrir, estimulando en nosotros el ejercicio del pensamiento, nos causa, en todos los grados del saber, un asombro mezclado de alegría.

ALEXANDER VON HUMBOLDT, *Cosmos*

INTRODUCCIÓN

En un mundo confuso, con una explosión tecnológica sin precedentes que difícilmente podemos asimilar y una dispersión ideológica con acceso a amplificadores de información, tanto verdadera como falsa, nunca antes conocidos; en un tiempo crucial en el que el cronómetro medioambiental acelera sus ritmos mientras los detentadores de poder solo piensan en demorar las respuestas necesarias para, mientras tanto, continuar recogiendo sus migajas, ¿qué lugar ocupa la ciencia?

Si lanzáramos al aire la pregunta, las respuestas podrían ser múltiples: la ciencia es una potencia desbocada, un refugio de cordura, una fuerza cómplice, un talismán, una herramienta del poder, una fuente de esperanza. Habría para todos los gustos.

Cuando en el tiempo que ha durado la elaboración de este libro alguien me preguntaba: «¿Sobre qué estás escribiendo ahora?», yo respondía: «Sobre la ciencia». Y notaba el desconcierto y la incomodidad de quien había hecho la pregunta a causa de la vaguedad de mi respuesta. Lo cierto era que tenía dificultad para contestar.

Porque este libro no es una historia de la ciencia, aunque se cuenta cómo fueron sus comienzos y su papel en determinados momentos históricos. Tampoco es un libro de filosofía de la ciencia, aunque hay en él reflexiones sobre su incidencia en el conocimiento humano. No es un texto de divulgación, a pesar de que se explican brevemente algunos conceptos científicos. Para nada pretende ser tampoco un análisis sociológico de la actividad científica, pero indaga en las relaciones recíprocas entre ciencia y organización social. Y, por supuesto, no es un libro de memorias, aunque sin duda las

experiencias propias en el mundo de la ciencia han influido en su elaboración.

Es posible que parte de la confusión que existe sobre la ciencia, su naturaleza y su historia, derive de que utilizamos una palabra bastante moderna, «ciencia», para referirnos a una actividad tan antigua como la especie. Y es la idea de la ciencia como actividad humana natural e instintiva la que he pretendido rescatar. Aquella que, según la mitología, inició la mismísima Eva cuando, guiada por la curiosidad, fue la primera en comer de la manzana que proporcionaba sabiduría y conocimiento, y la compartió con Adán.

Los primeros pasos de la ciencia en la historia —los registros de observaciones astronómicas— fueron atribuidos a sacerdotes, y los segundos —la búsqueda de una interpretación natural del mundo— se consideraron propios de filósofos. Siglos después aún se llamaba filósofos naturales a quienes practicaban la ciencia. Y no fue hasta el siglo XIX cuando aquellos que observaban la naturaleza y pretendían entender su funcionamiento y sus leyes pasaron a ser conocidos como «científicos». En aras de una mayor claridad, este libro reivindica el uso de los términos «ciencia» y «científicos» para referirse a la indagación sobre la naturaleza y a aquellos que, desde que es posible rastrear esta afición, la practicaron.

Esa actividad tan antigua, tan humana, tan hermanada con la filosofía resultó ser bastante eficaz. La naturaleza dejó de parecer un caos y en muchos casos se descifraron las leyes que explicaban su comportamiento. De esos hallazgos surgieron nuevas técnicas que facilitaban la vida. Sin embargo, esa situación prometedora sufrió un cambio de rumbo cuando el elemento rector de la sociedad pasó a ser la competencia sin límites, la codicia y la acumulación de bienes cada vez en menos manos, fenómeno que ha ido *in crescendo* hasta la actualidad. La ciencia comenzó entonces a apreciarse no como una herramienta del pensamiento y del conocimiento del mundo, sino sobre todo como proveedora de esas nuevas técnicas —las cuales, como quien recibe un título nobiliario, pasaron a llamarse tecnologías— y de nuevos y más rentables negocios.

Cuando el uso de tecnologías cada vez más sofisticadas no solo ha modificado la vida de los humanos, sino que también ha amenazado la integridad del planeta considerado como su fuente de abastecimiento, hay quien piensa que la ciencia es de alguna manera cómplice, si no responsable, de la devastación actual, mientras que al mismo tiempo otros exigen de ella que nos saque del atolladero en el que nos encontramos sin que tengamos que modificar en lo más mínimo nuestro estilo de vida.

Este libro es un intento de comprender la ciencia y la situación incómoda a la que se ha visto abocada en la sociedad neoliberal y globalizada actual. Solo recuperando el humanismo científico, o una ciencia humanista, podremos, si no frenar, al menos mitigar la caída desde el brusco terraplén por el que, lo reconozcamos o no, nos estamos precipitando.

El texto se inicia con una búsqueda de los orígenes de la actividad científica a través de los datos proporcionados por la paleoantropología. Trata a continuación de acotar cuál es el ámbito propio de la ciencia dentro del extenso territorio del pensamiento humano, en el que coexiste con mitologías, revelaciones, filosofía o ideologías varias. Analiza el maridaje entre ciencia y técnica, y, a raíz de los comienzos del capitalismo, entre ciencia y tecnología. Intenta mostrar también la ciencia desde dentro, a partir de lo que caracteriza el quehacer indagatorio del científico. Atiende a la relación de la ciencia con diversos espejismos sociales, como el mito del progreso o el antropocentrismo, para centrarse después en la situación de la ciencia en la sociedad neoliberal en plena época del Antropoceno. Finalmente, intenta transmitir lo que algunos científicos de distintas épocas pensaron sobre su actividad, a partir, cuando ha sido posible, de sus propios escritos. Para que tengan sentido esos textos, he tratado de insertarlos en el contexto en el que se produjeron, aportando algunos datos que los enmarcan, aunque sin pretender escribir las biografías de sus autores, ni mucho menos explicar los hallazgos que los hicieron famosos.

I

Las primeras huellas

1
UNA LARGA HISTORIA

A veces pregunto a colegas científicos qué es la ciencia para ellos. Unos me responden que es la indagación que se hace siguiendo el «método científico», otros que es el estudio de la naturaleza que se empezó a hacer a partir de la llamada «revolución científica». Es posible que la alusión de unos y otros a épocas tan recientes esté influida por el hecho de que la palabra «ciencia», con el significado de estudio de los fenómenos del mundo material y de sus leyes, comenzó a utilizarse tardíamente, en sustitución de la expresión «filosofía natural». Quizá también interviene en las respuestas el auge actual de las llamadas pseudociencias y de la publicidad engañosa, que intentan hacer pasar por ciencia lo que no lo es, ante lo cual los científicos extreman su cautela. La cuestión es que difícilmente podríamos decir que la ciencia es una actividad esencial de los humanos si limitamos su manifestación a los últimos tres siglos, en realidad un instante dentro del largo proceso de la evolución de la especie.

También se dice que la ciencia necesita de la escritura y los números para expresarse. Está claro que los primeros testimonios que tenemos de indagación científica nos han llegado a través de registros escritos, pero eso no significa que antes no existiera esa actividad. En los escritos más antiguos de casi todas las culturas aparecen referencias astronómicas o cálculos numéricos, lo cual sugiere que esos conocimientos o los intentos de adquirirlos debieron existir en la mente y en las conversaciones antes de que pudieran plasmarse sobre soportes duraderos.

La palabra más antigua que conocemos para la ciencia es la griega *epistéme*, compuesta de *epi + ístemi*, que significa «pararnos ante

algo a observar».[1] También incluye las ideas de indagar, de contrastar la verdad alcanzada y de abandonarla si surgen evidencias en su contra. Es un término griego porque fueron los helenos los primeros que reflexionaron sobre esa actividad y le pusieron un nombre.[2]

Sea cual sea la palabra que utilicemos para nombrarla, incluso si no existiera ninguna, la actividad científica es tan antigua como la artística, pues cada una corresponde a un rasgo inherente a la naturaleza humana. Obviamente, no es idéntico el pensamiento científico de un cazador-recolector que el de un investigador actual del instituto Max Planck, así como los bisontes de Altamira no son lo mismo que los *ready-mades* de Marcel Duchamp.

Es casi un lugar común en antropología considerar que todas las sociedades humanas desde sus inicios se articulan en torno a dos dimensiones: la técnica y la cultura. La primera produce herramientas, instrumentos que facilitan la vida frente a la hostilidad del medio y permiten su adaptación a él. La segunda, basada en el lenguaje, genera una visión del mundo que determina la organización social y que se expresa en rituales, códigos de conducta, simbología compartida o expresiones artísticas.

La investigación arqueológica de los espacios habitados por nuestros ancestros ha arrojado necesariamente una información sesgada, ya que solo las huellas materiales permanecen y, entre ellas, las más resistentes al paso del tiempo, entiéndase la piedra y los metales. Por eso hablamos de Edad de Piedra, del Bronce o del Hierro, porque ha sido el azar de la permanencia de estos materiales encontrados junto a restos humanos lo que ha permitido establecer una cronología de las épocas anteriores a los registros escritos.

La prevalencia de la herramienta dura ha generado un sesgo que ha dificultado el reconocimiento no solo del mundo cultural de nuestros predecesores, sino también del tipo de herramientas que debió de guiar nuestros primeros pasos como sociedad humana. Palos de madera de forma caprichosa, cortezas huecas, lianas o fibras vegetales que, adecuadamente atadas y trenzadas, permitirían

transportar y almacenar los productos recolectados, etc. Tanto el sílex como después el bronce y el hierro constituyeron sobre todo la punta de la lanza, de esa lanza que servía para la caza —el alimento — o para la disputa violenta entre clanes. Pero más frecuente que la caza o la guerra debió de ser en todo momento la recogida de frutos silvestres o raíces, actividad en la que todos, incluso los niños, podían participar y que, salvo sorpresas, estaba exenta de peligros y disponible en localizaciones más o menos fijas. ¿Y cómo podrían trasladar a la cueva o al chamizo las bayas que no podían consumir sobre la marcha?, ¿cómo podrían llevárselas a quien estaba enfermo o por algún motivo no acompañaba al grupo en la recolección?, ¿cómo las almacenarían cuando se preveían tiempos difíciles? Además, trenzar unos juncos o atar unas cañas verdes y convertirlos en recipientes es fácil de imaginar y aún más de llevar a cabo. Por esos motivos Elizabeth Fisher[3] y otros antropólogos han propuesto que, aunque no tengamos testimonio material de ello, el primer artefacto cultural probablemente fuera un recipiente, un contenedor para productos recolectados, alguna forma de cabestrillo o red.

Ursula K. Le Guin da una explicación cultural —quiero decir de nuestra cultura, no de la de nuestros antepasados— a la prevalencia de la lanza en el imaginario de la prehistoria: la lanza pertenece a la caza o al combate, que tienen un relato, mientras que la actividad de la bolsa es difícil de relatar:

> Es difícil contar una historia realmente apasionante sobre cómo recogí una semilla de avena silvestre, y luego otra, y luego otra, y luego otra, y entonces me rasqué las picaduras de los mosquitos, y Ool dijo algo gracioso, y después fuimos al arroyo a beber y miramos los renacuajos durante un rato, y luego encontré otra mata de avena […]. No, no es comparable, no puede competir con cómo clavé hasta el fondo mi lanza en el enorme flanco peludo mientras Oob, empalado en el gran colmillo, se retorcía gritando y la sangre brotaba por todas partes en borbotones rojos, y Boob quedaba hecho papilla cuando el mamut le cayó encima, mientras yo lanzaba mi flecha certera directamente al cerebro de la bestia a través de su ojo. Este relato no solo tiene Acción, tiene un Héroe. Y los Héroes son poderosos.[4]

El relato del héroe y la persistencia de las herramientas duras configuraron a lo largo del siglo XIX y parte del XX una visión sesgada de las más antiguas sociedades humanas. En esos años, en los que se estaba produciendo el mayor avance tecnológico conocido hasta el momento en el mundo occidental, la atención a las llamadas sociedades «primitivas» se centró en los hallazgos técnicos, a los que atribuían un papel fundamental en el desarrollo del cerebro. Y los que creyeron que «la técnica hace al hombre»[5] probablemente estuvieran pensando más en el constructor y arrojador de lanzas que en quien fabricara y portara las bolsas de transporte.

Lewis Mumford, en los años sesenta del pasado siglo, dio la voz de alarma frente a la idea de estudiar las sociedades prehistóricas —entendiendo como tales a las que no conocían la escritura— en función de las técnicas que utilizaban y no de su cultura. Consideraba que el cerebro fue desde el principio más importante que las manos, y que «los ritos, el lenguaje y la organización social, que no dejaron huellas materiales pero que están permanentemente presentes en todas las culturas, fueron, con toda probabilidad, los más importantes artefactos del hombre».[6]

Según la neurociencia actual, ambos aspectos —la técnica y la cultura— debieron de ser igualmente efectivos en el desarrollo cerebral. Es cierto que la adquisición de una determinada habilidad manual —por ejemplo, el movimiento repetitivo de los dedos de la mano izquierda del violinista— produce un incremento del área de la corteza cerebral motora implicada en ese cometido, como seguramente lo hizo el manejo habilidoso del hacha de sílex para fabricar útiles. Pero también se ha constatado que los taxistas londinenses, antes del invento del GPS, cuando para obtener la licencia tenían que memorizar cada calle de la ciudad, incluidos los establecimientos más importantes de cada acera, presentaban un mayor desarrollo de la zona del hipocampo responsable de la memoria espacial. La evolución del cerebro fue, por tanto, consecuencia de actividades diversas, tanto manuales como

intelectuales, entendiendo por estas últimas el lenguaje y las construcciones culturales, incluida la ciencia, que hombres y mujeres estaban elaborando para explicarse el mundo. De hecho, es el mayor volumen de las llamadas cortezas asociativas, implicadas en esas actividades cognitivas, el principal rasgo distintivo del cerebro humano.

A modo de un bucle en el tiempo, ha sido la ciencia reciente la que ha aportado más información sobre sus propios orígenes. La arqueología decimonónica, que construyó el imaginario prehistórico en torno a los hallazgos de piedras y metales, se ha visto desbordada por una ciencia multidisciplinar en la que participan paleontólogos que analizan los restos fósiles de animales y plantas, antropólogos que utilizan conocimientos adquiridos a partir de culturas contemporáneas que habían permanecido aisladas, físicos que pueden datar con bastante precisión los hallazgos encontrados en los yacimientos, geoarqueólogos, que estudian los sedimentos, paleobiólogos, que aportan su conocimiento sobre la evolución de las especies, o paleogenetistas, hoy capaces de identificar el genoma de todo tipo de muestras fósiles.[7] Entre todos proyectan una visión muy diferente de la que podía aparecer en los libros especializados de hace poco más de medio siglo.

El nuevo abordaje ha permitido llegar a dos conclusiones muy relevantes. La primera es que existen múltiples evidencias de rasgos culturales, posiblemente más de las que Mumford pudo imaginar. La segunda es que esos rasgos culturales son mucho más antiguos de lo que se pensaba, e incluso aparecen en especies anteriores a *Homo sapiens*.

Las fechas que se asignan a acontecimientos significativos del proceso evolutivo van retrocediendo de manera sorprendente. El uso controlado del fuego, esencial para la supervivencia, para el que hasta hace poco se daba una datación de no más de cincuenta mil años, ha retrocedido hasta los ochocientos mil, de la mano de *Homo heidelbergensis*.[8] Esta misma especie en Atapuerca, donde se han encontrado restos de numerosos individuos, ha dejado evidencias de

la existencia de cuidados mutuos y protección a los más débiles en su sociedad. Así, el hallazgo del cráneo de una niña preadolescente con una malformación que no le permitía una vida autónoma nos indica que la cuidaron durante los años que vivió. De igual manera, un varón adulto con una alteración grave en la mandíbula sobrevivió varios años alimentándose con la comida que otros debían masticar para él. Estos restos tienen unos quinientos mil años de antigüedad. En otros varios lugares se han hallado enterramientos con objetos rituales e incluso pinturas rupestres en yacimientos neandertales.

En entornos de sapiens las manifestaciones culturales encontradas también crecen a buen ritmo. Pinturas rupestres, pequeñas esculturas de mujeres opulentas conocidas como venus prehistóricas u otras como el hombre león de Ulm, flautas —que tienen el doble valor de proporcionar información tanto sobre la talla como sobre el uso de la música—, marcas en zigzag de significado desconocido sobre huesos, huellas de manos en paredes, etc., retrotraen las expresiones culturales hasta una antigüedad próxima a los cincuenta mil años, es decir, desde el momento en que se piensa que el sapiens llegó a Europa.[9]

Es curioso cómo los prejuicios han dificultado en muchas ocasiones la aceptación de las evidencias científicas. Un ejemplo paradigmático de ello es lo ocurrido con las pinturas rupestres de la Edad de Hielo. Cuando se descubrió la cueva de Altamira en 1879, los eruditos de la época no aceptaban que las pinturas encontradas fueran expresiones artísticas más antiguas que las ya conocidas de la antigua Mesopotamia, lugar donde se pensaba que había nacido la civilización y, por tanto, el arte, tras el asentamiento de la población y el control de la agricultura. Hoy sabemos que esas pinturas, ejecutadas hace casi veinte mil años por cazadores-recolectores,[10] eran ya una expresión tardía de un arte rupestre que, con similitudes sorprendentes, dado que la comunicación entre regiones distantes se hacía a la velocidad de los pies humanos, se había extendido por toda Europa desde hace al menos cuarenta mil años.[11]

En este marco que hemos trazado de la vida de nuestros ancestros según los conocimientos actuales, podemos rastrear las actividades humanas de las que nos ocupamos en este libro: la ciencia y la técnica.

Los fabricantes de bolsas de transporte, de instrumentos de madera, de sílex, de bronce o de hierro se ocupaban de la técnica, de la fabricación de objetos que facilitaban la vida.

Las personas no urgidas por el peligro o la necesidad, ya fueran cazadoras-recolectoras, ya ganaderas-agricultoras, se sentarían en algún momento y mirarían alrededor. Y entre ellas habría quien contara un relato —quizá la aventura de aquella misma mañana o la que le refirió su abuela, que a su vez hablaba de sus antepasados—, quien observara con curiosidad las formas y costumbres de los animales, quien cada noche se familiarizara con las estrellas percatándose poco a poco de que no siempre el cielo era idéntico, y quien se preguntara por qué habíamos aparecido en medio de aquella naturaleza o qué ocurriría después de la muerte.

Quienes al ver el sol se planteaban si sería una bola de fuego a mucha distancia, o se preguntaban si el agua de la lluvia salía de las nubes, o miraban con atención a los animales y las plantas por puro instinto de curiosidad, o se percataban de que ciertas posiciones de los astros coincidían con la aparición de bayas en un determinado lugar, en realidad estaban haciendo observaciones y elaborando hipótesis. Ya investigaban, ya hacían ciencia.

Imitando la terminología de Le Guin, podríamos decir que Oon descubrió un día que frotarse con aquella planta le había aliviado el dolor del golpe; que Ool se dio cuenta de que el sol salía y se ponía más cerca de la montaña cuando el tiempo era frío, o que Oos, reconociendo que el niño que acababa de parir se parecía muchísimo a Ool, a quien mató el bisonte hacía diez lunas, se preguntaba si siempre tardarían tanto tiempo en nacer.

Por desgracia, al contrario de lo que ocurre con las herramientas duras o con el arte rupestre, esta más que probable actividad indagatoria no dejó huella.

O quizá sí. A lo largo de la Edad de Hielo en Europa, junto a las representaciones de bisontes, caballos o leonas, suelen aparecer

dibujos abstractos de significado desconocido. Estos signos también se encuentran en cuevas a las que, por no tener pinturas figurativas, se ha prestado menos atención. Recientemente, la antropóloga canadiense Genevieve von Petzinger ha recogido material de un gran número de cuevas en distintos países y ha catalogado esas figuras abstractas. Ha identificado hasta treinta y dos signos geométricos más algunos atípicos que aparecen a lo largo de treinta mil años por toda Europa. Más de la mitad de estos signos son comunes, es decir, se encuentran en cuevas muy distantes entre sí y de diferentes épocas, mientras que otros tienen una distribución más restringida. [12] Aunque es evidente que carecemos de códigos para descifrarlos, la dispersión territorial de los signos sugiere una forma de comunicación objetiva y generalizada. Lo más común es interpretar este tipo de hallazgos en términos mágicos, pero nada impide pensar que estos signos estuvieran relacionados con alguna forma de transmisión de conocimientos.

Porque estos dos mundos, el de la cultura —y la ciencia es parte de ella como forma de interpretar la naturaleza— y el de la técnica —entonces las herramientas y ahora la tecnología—, prevalecen, es por lo que los proyectamos en nuestras recreaciones del pasado. Sin embargo, es curioso cómo en la actualidad tendemos a hermanar la ciencia con la tecnología cuando, quizá desde la prehistoria, ni tienen objetivos comunes, ni suelen ser mentes similares las que se aproximan a una u otra.

Los testimonios más antiguos sobre la existencia de una actividad científica reconocible comienzan necesariamente con la escritura y están relacionados con la astronomía. Desde el siglo XII a. C., los babilonios hacían calendarios, seguían el movimiento de los cinco planetas visibles y recogían catálogos de estrellas que agrupaban en constelaciones. No obstante, el hecho de que muchos de los elementos celestes recibieran nombres sumerios[13] induce a pensar que estaban continuando una tradición muy anterior de la que no quedó ninguna huella material.

En el museo de Heraclión, en Creta, se puede ver un pequeño molde de piedra del tamaño de una mano, encontrado en 1899 en Palaikastro y datado aproximadamente en el siglo XV a. C., en el que aparece una cruz de brazos iguales insertada en una doble circunferencia festoneada de triángulos a modo de rayos. Arthur Evans, el arqueólogo que descubrió los palacios minoicos, interpretó la cruz como un símbolo de la estrella matutina, indicativo de la divinidad, combinado con el disco del sol,[14] según la idea tan establecida de relacionar lo antiguo con lo mágico o lo religioso. Sin embargo, una investigación reciente ha llegado a la conclusión de que el pequeño sello es, en realidad, un predictor de eclipses.[15] Los autores de este trabajo han comprobado que de treinta y dos eclipses ocurridos o previstos entre los años 2010 y 2028, solo dos no eran predecibles utilizando el calculador encontrado. Eso implica que los minoicos conocían la duración del saros, o periodo de 223 meses lunares —es decir, 18 años, 11 días y 8 horas—, transcurrido el cual la Luna, la Tierra y el Sol vuelven a la misma posición relativa. La palabra «saros» la utiliza por primera vez Eusebio de Cesarea en el siglo IV, cuando dice que el descubridor de este ciclo fue el astrónomo caldeo Beroso en el siglo III a. C., y así se ha venido pensando. Ahora sabemos que los minoicos del siglo XV a. C. ya contaban con ese conocimiento. Es un ejemplo claro del «antes y en más lugares» que nos hace retroceder cada vez más en las fechas del conocimiento humano, de la primera ciencia.

También es indicativo de la integración de ciertos conocimientos científicos en las sociedades antiguas el hecho de que aparezcan datos sobre ellos en los primeros documentos literarios. En la *Odisea* podemos leer una descripción del uso de las estrellas para la navegación. Cuando Odiseo sale de la isla de Calipso y navega hacia el este,

> miraba a las Pléyades y a Boyero, que tarda en sumergirse, y sobre todo a la Osa, también llamada el Carro, que gira siempre en el mismo lugar, vigilando a Orión, y es la única entre todos los astros que no participa de los baños en el Océano, pues Calipso le había ordenado que atravesara el ponto dejándola siempre a su izquierda.[16]

En la misma obra aparecen tres personajes femeninos que utilizan fármacos. Circe tiene uno que induce al olvido —quizá un alucinógeno—, que administra a los compañeros de Odiseo antes de usar su varita de diosa para convertirlos en cerdos. La sabia Helena, en su palacio de Esparta, administra a sus huéspedes y contertulios una droga para impedir que se pongan tristes, una especie de antidepresivo de urgencia. El texto explica que el fármaco procedía de Egipto y había sido un regalo de Polidamna, una médica competente. Todas ellas están dando testimonio de conocimientos que solo pudieron adquirirse mediante la observación y manipulación de plantas naturales. La ciencia hacía ya muchos siglos que impregnaba sus sociedades.

2
ACUMULANDO DATOS PARA EL FUTURO

Aunque cuando imaginamos a un científico —en el imaginario aún hay muy pocas científicas—lo solemos situar en un laboratorio lleno de instrumentos extraños o reflexionando en un despacho o, en todo caso, tumbado perezosamente debajo de un árbol esperando a que caiga una manzana para elaborar una teoría sobre la gravedad, la ciencia comienza con una humilde recogida de datos.

Colectiva y paciente fue la ciencia en sus inicios. Astrónomo tras astrónomo recopilando datos de la bóveda celeste de forma sistemática noche tras noche, un año y otro, un siglo y otro. No conocemos sus nombres.

Irak es un lugar adecuado para esas observaciones. Los cielos permanecen despejados la mayor parte del año. Las lluvias son escasas y rara vez aparecen nubes. Por supuesto, no existía contaminación lumínica. Solo en una ocasión he podido contemplar un cielo así, en el desierto de Atacama. Era un grandísimo espectáculo. Seguramente, los primeros observadores sumerios y babilonios eran personas curiosas, y quizá también sensibles a la belleza, ¿por qué no? Solo después de muchas observaciones se descubriría su utilidad para la elaboración de un calendario y para marcar el ritmo en la agricultura. Y tal vez fue al hilo de esa utilidad cuando la observación del cielo resultó rentable, ocasión en que los reyes, emperadores o faraones, los poderosos del momento, la institucionalizaron y la pusieron en manos de sacerdotes para tenerla bajo control. ¿Sabían ellos que serían necesarios, que trabajaban para el futuro?

Nunca hubo observaciones astronómicas tan continuadas y precisas como las de los caldeos, asirios y babilonios. Pero tan

importante como la observación fue la acumulación y conservación de los datos. Aquellas tablas que recogían la posición de cada planeta y de las estrellas lejanas con tanto cuidado y precisión fueron imprescindibles para que otros curiosos, más tarde, pudieran, a partir de ellas, llegar a conclusiones sorprendentes que un hombre, por grande que fuera su empeño, no podría alcanzar en el breve recorrido de su vida.

Gracias a los comentarios de autores posteriores, como Estrabón o Plinio el Viejo, sabemos de la existencia de un gran astrónomo babilonio, Kidinnu, del siglo IV a. C., cuyos conocimientos debieron, sin duda, llegar hasta los griegos. Pero a comienzos del siglo XX, cuando se descifró la escritura cuneiforme babilónica, su nombre apareció en algunas tablillas que aportaron información más precisa sobre él. Una de ellas decía «tersitu de Kidinnu» y contenía una tabla de datos acumulados que, posiblemente, utilizaba para sus predicciones de eclipses. Porque Kidinnu ya contaba con información proveniente de tablillas anteriores, como la llamada tablilla de Venus de Ammisaduqa, encontrada en Nínive y escrita en el siglo VII a. C., la cual a su vez recogía una copia de datos babilonios de unos mil años de antigüedad, ya que Ammisaduqa reinó en Babilonia en el siglo XVII a. C.

En la Grecia del siglo III a. C. alcanzó gran popularidad un libro titulado *Fenómenos*, del poeta Arato. Se trataba de un largo poema de divulgación astronómica cuya influencia se prolongó durante generaciones. Más de cien años después, el astrónomo Hiparco —autor del catálogo de estrellas que más tarde incorporó Ptolomeo y que se mantuvo vigente durante los siguientes mil quinientos años— escribió un comentario a la obra de Arato, y el azar hizo que fuera esta la única obra conservada de su autor. Hiparco se dio cuenta de que lo que decía Arato no concordaba con sus propias observaciones, y era porque Arato, más poeta que astrónomo, había utilizado para confeccionar su poema registros mucho más antiguos. [17] De esta circunstancia fortuita proceden dos hallazgos científicos importantes. Por una parte, Hiparco interpretó que el desplazamiento sistemático de todas las constelaciones observado

en momentos distintos podría deberse a una oscilación de la plataforma sobre la que se realizaba la observación, es decir, la Tierra. A partir de ello propuso el movimiento terrestre conocido como precesión de los equinoccios, que corresponde a una oscilación del eje de rotación de la Tierra similar a la de las peonzas.[18] La segunda consecuencia científica se debate actualmente y pertenece a la arqueoastronomía. Se trata de identificar la época y el lugar desde los que se realizaron las observaciones que recogió Arato en su poema. Si bien todos los investigadores coinciden en que se hicieron en algún lugar del paralelo 36 —que atraviesa el Egeo al norte de Creta y entra en Mesopotamia a la altura de Asur y Nínive—, existen discrepancias en torno a la fecha entre 2000 y 1130 a. C.[19] En cualquier caso, se trata de observaciones bastante antiguas que se conservaron, cuidaron y custodiaron pensando en las generaciones venideras.

Como hemos visto, no solo fueron necesarios los que generaron los primeros datos científicos, sino también los que los conservaron con ahínco. Una de las tablillas encontradas en Nínive es muy reveladora a este respecto. En ella, el rey —probablemente Asurbanipal, el último gran rey de Asiria en el siglo VII a. C. y creador de la biblioteca de Nínive— se dirige a un súbdito llamado Shadunu para decirle que, al recibir la misiva, reúna consigo a los hombres sabios de la ciudad y busquen todas las tablillas que tengan en sus casas, así como las que se encuentren depositadas en los templos. Enumera los trabajos en los que tiene especial interés y añade:

> Busca las tablillas valiosas que existan en los archivos y que no tengamos en Asiria y envíamelas. He escrito también a los capataces y supervisores […] y nadie debe negarse a dártelas, y cuando veas cualquier tablilla o ritual sobre el que no te haya escrito, pero que consideres que pueda ser de interés para mi palacio, consíguela, tómala y envíamela.[20]

En este caso no parece que se refiera a archivos de propiedades ni de registros de tributos o contabilidades del reino, que tendrían que

estar a buen recaudo en el palacio, ni tampoco de escrituras sagradas, que difícilmente saldrían de los templos. Parece referirse más bien a tablillas que conservaran los sabios adinerados en sus casas o que se hubieran depositado en algún templo como soportes para la enseñanza.

Entre el material encontrado en Nínive, unas treinta mil tablillas organizadas por temas, hay documentos administrativos, textos religiosos o escolares así como textos literarios, entre los que se encuentran partes del *Poema de Gilgamesh*, pero igualmente hay observaciones científicas, tanto astronómicas como médicas. Además, la biblioteca de Nínive contenía obras mucho más antiguas en lengua sumeria que, al estar también traducidas al acadio, han permitido descifrar sistemas de escritura anteriores.

También se han localizado otras bibliotecas, como la de Ebla, en la actual Siria, quizá la más antigua, del tercer milenio, la de Ugarit, del segundo, o la de Babilonia, que permaneció activa hasta épocas más recientes.

A finales de los años ochenta del siglo pasado tuve la suerte de visitar el yacimiento arqueológico de Ebla. Estaba trabajando allí un equipo de arqueólogos italianos, junto con algunos estudiantes que aprovechaban las vacaciones de verano para colaborar y aprender en aquel yacimiento cuya biblioteca se había descubierto solo diez años antes. Nos enseñaron algunas de las tablillas y nos explicaron cómo era posible reconstruir su localización en las estanterías de madera que, al quemarse junto con el edificio, las dejaron caer según la organización por temas con que habían sido colocadas y, en ocasiones, incluso marcadas con etiquetas. Como en otros yacimientos, el fuego que causó la ruina del palacio había cocido el barro de las tablillas y permitido su conservación. La biblioteca había estado activa entre 2500 y 2250 a. C. En Ebla, a diferencia de Nínive, no se han encontrado registros de actividad científica, solo administrativa, comercial, política, literaria y especialmente lingüística, con diccionarios sumerio-eblaíta, que nos muestran cómo desde una época tan antigua los archiveros conocían su oficio y contribuían a la transmisión del conocimiento.

Babilonia ha proporcionado no hace mucho otra información valiosa. En 2016 se publicó en la revista *Science*[21] un artículo —merecedor de la portada— en el que se comunicaba que el desciframiento de cuatro tablillas de entre los años 350 y 50 a. C. ponía de manifiesto un cálculo del desplazamiento de Júpiter a lo largo de la eclíptica obtenido por métodos geométricos y no aritméticos, como se pensaba que se hacía en aquella época. El cálculo por métodos geométricos se «redescubrió» en Oxford en el siglo XIV.

Y, más reciente aún,[22] el desciframiento de otra tablilla ha mostrado que los antiguos babilonios descubrieron la trigonometría entre los siglos XIX y XVI a. C., es decir, mil quinientos años antes que los griegos.

Otro gran centro de acumulación del saber en la Antigüedad fue la biblioteca de Alejandría, fundada a comienzos del siglo III a. C. por Ptolomeo I Sóter, sucesor de Alejandro Magno en Egipto. Se calcula que contenía unos quinientos mil rollos de papiros. Aquí la ciencia ya conformaba un apartado importante, junto con las matemáticas, la historia y la literatura. Lo más interesante de esta institución es que estuvo acompañada por el llamado Museo, lugar de residencia, trabajo y reuniones que atraía a científicos y eruditos de todas las especialidades provenientes de todo el mundo entre el oriente alejandrino y las columnas de Heracles. Allí se escribieron muchos y se conservaron casi todos los libros disponibles a lo largo de varios siglos. No se sabe con exactitud el momento en que desaparecieron la biblioteca y el Museo, pero el trágico destino de la astrónoma Hipatia, la última figura notable de la ciudad clásica, es quizá un símbolo de lo que ocurrió con los saberes del mundo clásico a continuación.[23]

La siguiente en importancia fue la biblioteca de Pérgamo, en la actual Turquía. Fundada algo más tarde por la dinastía atálida, también sucesores de Alejandro, y con aproximadamente la mitad de volúmenes, según cuenta Plutarco,[24] era una institución de enseñanza, debate e investigación. Dicen algunos autores que esta biblioteca surgió del empeño de una mujer, Flavia Metilene.

Que ambas bibliotecas fueran fundadas y mantenidas por reyes como fuente de prestigio indica el valor dado a la cultura en la Antigüedad clásica, así como la persistencia de las obras griegas que componían casi todas sus existencias incluso hasta el final del periodo romano.

La paciente recogida de datos y su conservación no fue un fenómeno exclusivo de la ciencia del mundo antiguo. En el siglo XIX, por iniciativa de Alexander von Humboldt,[25] se instaló una red de estaciones que hacían registros sistemáticos de los campos magnéticos desde numerosas localizaciones por todo el planeta, observaciones que hoy continúan.[26] Ha sido también gracias a los cuidadosos y continuados registros de temperaturas, emisiones de CO2, concentraciones de ozono, niveles del mar, dimensiones del casquete polar, etc., en múltiples lugares y a lo largo de muchos años, como los científicos han podido advertir de forma inequívoca sobre el cambio climático y explicar sus causas.[27]

3
LA IMAGEN DEL MUNDO

El Mediterráneo es un mar pequeño. De norte a sur lo podía atravesar cualquier barco, a poco que tuviera remeros y alguna vela que los ayudara. De sur a norte, ya lo sabemos, hoy lo surcan pateras que, si tienen suerte, llegan hasta donde los policías fronterizos detienen o deportan a sus ocupantes. De este a oeste y viceversa siempre se había llegado costeando. Y más allá de las columnas de Heracles y más allá de las grandes montañas de Asia, ¿qué habrá? Pues un mar enorme, inacabable, el océano, que rodea la tierra toda. Y así se representó. Toda la tierra conocida rodeada por el océano que la limitaba con la forma más perfecta: el círculo.

Una aportación precoz de la ciencia fue crear una imagen del mundo.

El mapa más antiguo que conservamos se dibujó, cómo no, en Babilonia, en algún momento entre los años 700 y 500 a. C. Se trata de una tablilla de barro de unos doce por ocho centímetros conservada en el Museo Británico.[28] El mundo conocido por los mesopotámicos se representa limitado por el doble círculo del océano, del que parten unos triángulos de forma radial. En el interior de los círculos, un largo rectángulo vertical corresponde al río Éufrates. Babilonia, que se extendía a ambos lados del río, se muestra como otro rectángulo horizontal y más pequeño que lo cruza. Asiria y otras ciudades asiáticas están en posiciones relativas correctas. Los triángulos se interpretan como otras regiones distantes no especificadas. El texto que acompaña al mapa describe estas regiones como lugares en los que viven animales míticos o grandes héroes. El mapa tiene, por tanto, una parte en la que se intenta reproducir el mundo real, limitado por el océano, y otra

contenida en los triángulos, en la que se representa el mundo mitológico. Se puede interpretar como un ejemplo del conocimiento geográfico de los babilonios, de su mundo mitológico o de la coexistencia de ambos.

Para dibujar un mapa es necesario tener conocimientos de astronomía, geometría, física y matemáticas. Por eso fueron los jonios quienes, en Grecia, se preocuparon primero por la forma de la Tierra. Se dice que Anaximandro, discípulo de Tales de Mileto, dibujó el primer mapa del mundo, allá por el siglo VI a. C., puede que antes o puede que después del babilonio, aunque solo han quedado de él algunas referencias. Dos generaciones más tarde, Hecateo, también de Mileto, escribió el primer tratado de geografía, titulado *Viajes alrededor de la Tierra*, del que solo se conocen algunas citas hechas por autores posteriores.

Heródoto tuvo más suerte, ya que su *Historia* se ha conservado íntegra. Parte de ella es también un libro de viajes muy ameno en el que se describen características geográficas y antropológicas de las tierras que visitó o de las que había oído testimonios de otros. Heródoto nos informa de que los mapas con los que contaba estaban fabricados en Jonia y grabados sobre una plancha de bronce, y de que eran más informativos que los que hacían sobre barro en Babilonia. Pero su visión del mundo ya había cambiado radicalmente, pues se refería a los mapas existentes diciendo: «Me da risa ver que ya ha habido muchos que han trazado mapas del mundo […] en los que representan un Océano que, con su curso, rodea la Tierra —que, según ellos, es circular, como si estuviese hecha con un compás— y dan las mismas dimensiones a Asia que a Europa».[29]

En la imagen del mundo de Heródoto ya se incluía tanto Libia, es decir, el norte de África, como las tierras europeas al norte de Grecia donde, según él, vivían los escitas.

La idea del mapa era pues, en esos momentos, la idea del viaje. El geógrafo viajaba a lugares remotos, pero también recibía información de otros viajeros que añadía a sus propias experiencias. A este respecto, los griegos no lo tenían difícil, ya que desde el siglo

VIII a. C. habían colonizado ambas orillas del Mediterráneo hasta el estrecho de Gibraltar, además de las costas del mar Negro, y sus barcos iban y venían rutinariamente entre estos enclaves.

Los relatos de viajeros y navegantes ya se habían incorporado a la literatura y la mitología a través de la historia de los argonautas, que cruzaron el mar Negro hasta la actual Georgia, o de Odiseo, que llegó al occidente más extremo tras atravesar el Mediterráneo, o de Heracles, que también se desplazó hasta los dos promontorios o columnas que recibieron su nombre para alcanzar el jardín de las Hespérides.

Plutarco cuenta una historia que podría estar entre el mito y la realidad.[30] Cada treinta años, nos dice, se organizaba en Grecia una expedición que, partiendo de Creta, se dirigía a una isla situada a gran distancia hacia el oeste, una vez alcanzado el océano. Se trataba de un viaje ritual, pues consideraban los griegos que en esa isla se encontraba recluido Crono desde que fue derrotado por Zeus, y habían establecido allí un lugar de culto.[31] El relato de Plutarco, en boca de uno de los expedicionarios tras su regreso de la isla en la que había permanecido treinta años, da detalles de las distancias y los derroteros, que se prestan a distintas interpretaciones sobre su verosimilitud.[32]

Más tarde llegaron los navegantes históricos, los que no tenían cualidades sobrehumanas ni mezclaban sus relatos con la mitología. Algunos viajaron por mandato de los poderosos, como Escílax de Carianda, griego al servicio del persa Darío, que a finales del siglo VI a. C. bajó por el Indo hasta su desembocadura y recorrió la costa de Arabia hasta llegar al mar Rojo. En la misma época, el rey Neco, de Egipto, envió a unos navíos fenicios para que costearan Libia —nombre que se daba entonces a África— y regresaran por las columnas de Heracles. Llevaron a cabo la empresa tras casi tres años de travesía, pues al llegar el otoño sembraban y retomaban el viaje tras la siega, según nos cuenta Heródoto.[33] Dos siglos más tarde, Nearco, almirante de la flota de Alejandro, costeó desde el Indo hasta el fondo del golfo Pérsico.

También hubo exploradores arriesgados que, con el pretexto del comercio o arrastrados por corrientes, llegaron a lugares desconocidos y dieron testimonio de ello, como un barco fenicio que rodeó África con sus tripulantes orientándose por la Osa Menor, según cuenta también Heródoto.

Por último, hubo otros que ni seguían órdenes ni navegaban por comercio, ni se desviaron de sus rutas por los azares del clima o de las olas, sino que viajaban simplemente por curiosidad: los que indagaban sobre la forma de la Tierra y sobre las tierras y sus habitantes. A veces acompañaban a navegantes que se desplazaban por otros motivos y otras veces conseguían fletar algún barco para seguir sus propósitos. Así, sabemos que Pitias navegó en el siglo IV a. C. desde Marsella por el Atlántico hacia el norte y alcanzó las islas británicas y el mar Báltico, aportando información de geografía física y astronómica de carácter científico, al tiempo que traía ámbar y posiblemente estaño con los que financiar su viaje. Fue él quien consiguió determinar la latitud según la relación entre la altura del gnomon y su sombra a mediodía del equinoccio, o según la altura del sol en el solsticio de invierno.[34]

Después del reinado de Alejandro, la geografía cambió drásticamente. Por una parte, el mundo se ensanchó, pues nadie en occidente había dado nunca testimonio de las tierras asiáticas hasta la India; por otra, la homogenización lingüística y cultural facilitó el intercambio entre los científicos. A la muerte de Alejandro, sus sucesores en Egipto y Asia Menor compitieron por reunir las mayores bibliotecas, al amparo de las cuales acudían los mejores científicos del momento. La geografía se hizo menos descriptiva y más teórica. Los conocimientos sobre las esferas se aplicaron a la Tierra y los esfuerzos se dirigieron a determinar su tamaño. La latitud se podía medir por diferentes procedimientos, pero la longitud era más difícil, pues dependía de las distancias que estimaban los viajeros. Ambas medidas eran necesarias para crear mapas con mayor exactitud.

Dicearco de Mesina tuvo entonces una gran idea: dibujó un paralelo a través de la isla de Rodas que dividía el mundo de su tiempo en dos y lo llamó diafragma (dos fragmentos); en el mismo

lugar trazó un meridiano. Este fue el inicio del sistema de meridianos y paralelos que permitió, y permite, situar cualquier lugar de la geografía terrestre.

Eratóstenes, casi un siglo más tarde, no fue un viajero, pero contaba con el material almacenado en la biblioteca de Alejandría, de la que fue director. Se le atribuye una medida bastante exacta de la esfera terrestre, aunque solo sabemos de él lo que cuentan recopiladores como Estrabón o Plinio, ya que, como la de tantos otros, toda su obra se perdió.

Me gusta imaginar a Eratóstenes en los atardeceres de Alejandría, acercándose al puerto para hablar con quienes desembarcaban y preguntándoles por el derrotero que traían y el tiempo que habían tardado en navegar desde las columnas de Heracles a Mesina o a Cartago, o a Cirene, y también si habían sufrido contratiempos, si las corrientes o los vientos los habían desviado de la ruta, pues esa era la única manera de calcular las distancias y por tanto las longitudes sobre la esfera. Y los navegantes, los que traían las naves cargadas de productos exóticos, los remeros morenos, castaños, de pieles claras u oscuras, con distintos acentos del griego común en el que todos se entendían, le contaban su periplo mientras Eratóstenes tomaba algunas notas. Cuando la distancia por medir correspondía al interior y los barcos no podían proporcionar ayuda, acudía a dos fuentes. Una era el desplazamiento de los ejércitos, que solían recorrer distancias fijas cada día. Este dato era útil para Asia, atravesada una y otra vez por los ejércitos persas y por los de Alejandro, cuyos días de marcha entre ciudades se recogen en las crónicas antiguas. Por ejemplo, Heródoto cuenta que un enviado de Darío a Cleómenes, rey de Esparta, le dice que de Jonia a Susa un ejército tarda tres meses. Jenofonte, por su parte, menciona en varias ocasiones en la *Anábasis* que el ejército avanzaba una distancia equivalente a treinta kilómetros cada día. En Egipto, donde no había movimientos regulares de tropas, la información venía de los días que tardaban las caravanas entre una ciudad y otra, pues los camellos no solían resistir marchas de más de cien estadios, unos dieciocho kilómetros, al día. Con datos de este tipo calculó la distancia entre varios puntos para cada paralelo. De Sicilia a Rodas y

a los montes Tauros era uno de ellos; del Éufrates a Alejandría, Cirene, Cartago y las columnas de Heracles era otro. A partir de estas informaciones y con ayuda de datos astronómicos diseñó mapas con paralelos y meridianos.

Si miramos un mapa actual, vemos que estas rutas determinadas por la navegación están realmente en paralelos diferentes. Por eso, casi un siglo más tarde, Hiparco —a quien ya hemos mencionado como astrónomo— mejoró las mediciones combinando los datos provenientes de las rutas de navegación con las latitudes de las ciudades mediante triangulaciones matemáticas, lo que evitaba la computación en diagonal.

Y con mapas no mucho mejores que los helenísticos —pues los medievales regresaron a la circularidad del océano con más relevancia simbólica que científica— se aventuraron los navegantes de los siglos XV y XVI por los derroteros desconocidos del planeta.

II

Desbrozando el terreno de la ciencia

1

HOMO COGITANS

Para comprender el mundo, algunos construyeron relatos argumentales que dieron lugar a las distintas mitologías.

Otros imaginaron fuerzas primigenias íntimamente relacionadas con los humanos y fundaron religiones.

Otros trataron de entender el mundo y las sociedades humanas a partir del pensamiento y la reflexión, e inauguraron la filosofía.

Otros pensaron que quizá el mundo fuera materia formada por determinados componentes agrupados en distintas combinaciones. Ellos iniciaron el camino de la ciencia.

El primer motor de todos estos intentos fue el asombro. Y no solo para la indagación filosófica o científica, como dijo Aristóteles, sino también para el mito y la religión. El asombro implica extrañamiento, distanciamiento: yo soy algo distinto del mundo y busco una explicación para ambos.

Por eso los mitos y las religiones están llenos de cosas asombrosas. Y por eso la filosofía y la ciencia intentan que esas motivaciones iniciales abandonen el recinto del asombro para penetrar en el del conocimiento, en la dimensión humana.

2
LA FUERZA DEL RELATO

Muchas veces, en una conversación informal, decimos que tal o cual edificio, o tal o cual parque o árbol, lleva en un determinado lugar «toda la vida», desde siempre. Con ello nos estamos refiriendo a nuestra infancia. Lo que vimos o vivimos de niños es lo «real». Después las cosas han podido ir cambiando, pero lo que recordamos de aquella época refleja en nuestro inconsciente el estado natural del mundo, de nuestro entorno. Lo que aparece después se suele comparar con aquello: aquí antes había tal cosa, comíamos tal otra, etc. Casi todos los escritores rememoran en sus obras de forma más o menos explícita su infancia. Un magnífico ejemplo, sin encubrimiento alguno, son los *Ricordi d'infanzia* de Lampedusa.[35]

También en los grupos humanos existe un equivalente colectivo de estos recuerdos individuales de infancia: son los mitos fundacionales de una comunidad. Como son compartidos, se sirven del lenguaje y se presentan en forma de relatos, lo que les confiere una gran fuerza.

Curiosamente, existen elementos comunes en los mitos fundacionales de distintas culturas, incluso entre aquellas que no tuvieron contacto entre sí. La idea de un gran diluvio del que solo algunos pudieron salvarse o la existencia de un par de hermanos, a veces gemelos, entre los primeros pobladores, o la forma en que los humanos consiguieron el fuego son los más frecuentes. Probablemente estos relatos recuerden circunstancias extraordinarias propias de una comunidad humana expuesta a los peligros de la intemperie.

El mito —el relato, la narración— es procesado en nuestro cerebro mediante un tipo de memoria que la neurociencia cognitiva

denomina «episódica». La memoria episódica almacena acontecimientos que se desarrollan en el tiempo, creando recuerdos narrativos sobre lo ocurrido, lo que pudo ocurrir, o lo que nos contaron o leímos que ocurrió. Siempre está ligada a un contexto espacio-temporal, es decir, a dónde y cuándo ocurrieron los hechos. La memoria episódica tiene una estrecha relación con la memoria emocional, y esa es la causa de que recordemos con tanta precisión acontecimientos asociados a emociones fuertes. Las mitologías y los cuentos están llenos de episodios emocionantes. Por eso nunca los olvidamos.

Los relatos nos dejan embobados, nos distraen, tienen héroes, cautivan nuestra atención. Incluso lo improbable entra en la narración sin la más mínima violencia, porque los mitos no se comprenden ni se cuestionan; se aceptan, se creen, se incorporan a la identidad, generalmente colectiva, y persisten.

En una narración puede haber errores, voluntarios o no, o incluso hechos inverosímiles que pasan desapercibidos en la envoltura del conjunto. Es una situación a la que nuestro cerebro está bastante acostumbrado. Cuando una zona pequeña de la retina no capta los rayos luminosos que entran por la pupila —cosa que nos sucede a todos en el llamado «punto ciego», desde donde sale el nervio óptico, o a algunos en otras zonas por alguna enfermedad—, el cerebro rellena ese hueco con información proveniente de las zonas colindantes y no somos conscientes de ninguna carencia. El mito, como la retina, ignora los puntos ciegos y genera una visión armónica, sin contradicciones.

De esta cualidad del relato fue bien consciente Alfred Hitchcock. Él acuñó el término «MacGuffin» para designar una excusa argumental irrelevante, pero capaz de generar suspense, que permite el avance de la trama y mantiene la atención del espectador.[36] Debido al uso continuo de estos «MacGuffin» consigue que nos creamos escenas inverosímiles en sus películas de ficción.

Es posible que el relato fuera el comienzo. Al menos así parece decirlo Juan, que afirma al inicio de su Evangelio: «En el principio

era el relato, y el relato era acerca de Dios, y el relato era Dios». Casi siempre se traduce por «palabra» o «verbo», pero el término griego, lengua original de la obra, es *lógos*, voz polisémica por excelencia que también puede significar pensamiento, discurso, relato, historia, leyenda o incluso fábula. Sin salir del contexto del Nuevo Testamento, Lucas comienza su libro *Hechos de los Apóstoles* diciendo: «En mi primer libro (*lógos*) […] traté de todo lo que hizo y enseñó Jesús desde el principio». Es decir, llama *lógos* a toda la narración que aparece en su evangelio. En el mismo sentido antes la había utilizado Heródoto: «Ciro escuchó sus propuestas y les narró esta historia (*lógos*): había un hombre que…».[37] Y todos hemos oído hablar de las famosas fábulas de Esopo, llamadas en griego *Aisopou lógoi*.

El pensamiento religioso, como queda bien establecido en numerosos pasajes de la Biblia, forma parte del pensamiento mítico. La facilidad con la que aceptamos el mito explica que se mantengan sin sobresalto para el creyente dogmas tan extraños para el profano como el de la Santísima Trinidad, establecido en el siglo IV. O también el que, desde 1854, relata que una muchacha judía llamada María había sido concebida excepcionalmente libre del pecado que toda la especie humana arrastra sin remisión desde el principio de los tiempos y que implica su perdición eterna. Aunque, en este caso, lo que de verdad sorprende no es la excepción hecha con María, sino el infausto destino al que el resto de la humanidad fue injustamente condenado.

Los mitos, al igual que los recuerdos de la infancia, son persistentes. O quizá fuera más preciso decir que son resilientes, pues a veces un mito perdura porque se va transformando y adaptando a los cambios históricos. Un buen ejemplo de ello es el mito de Prometeo. El titán que robó el fuego a los dioses fue, en la Grecia arcaica, el protector del desvalimiento humano,[38] pero en la época clásica aparecía como el dador del conocimiento.[39] En el siglo XIX se convirtió, de la mano de Shelley,[40] en un héroe romántico, ateo, libertador y revolucionario, para ser presentado en el siglo XX como el símbolo de la tecnología, concepto ausente en el

mundo griego que lo parió. Más recientemente, Prometeo se ha incorporado a la sociedad de mercado; ya no es un rebelde, sino un conquistador del mundo para entregarlo a su nuevo dueño, el dinero.[41]

A veces, cuando hablamos de mitos, relatos, narraciones, y de su potencial para hacernos creer cosas aparentemente inverosímiles, pensamos en fenómenos antiguos, tradicionales, cuyo origen se pierde en la noche de los tiempos. Sin embargo, un hecho reciente puede ayudar a entender el mecanismo de persuasión del relato. En el año 2014 el periodista Jordi Évole presentó en una televisión española un falso documental titulado *Operación Palace*, en el que mostraba que lo ocurrido en España el 23 de febrero de 1981 no fue en realidad un intento de golpe de Estado, sino un golpe de efecto planificado por el Gobierno de aquel momento en connivencia con los partidos de la oposición y con el mismísimo rey. Muchos telespectadores creyeron la historia contada, al menos en los primeros momentos. Esto fue posible porque los rasgos que evidenciaban su falsedad o su inverosimilitud, y que después se reconocieron claramente, quedaron enmascarados al estar envueltos en la tela de la narración. El pensamiento mítico de muchos espectadores se apoderó del analítico. Y fue curioso cómo los más críticos con el trabajo de Évole fueron precisamente aquellos que en un primer momento le dieron crédito, porque no aceptaban que la trampa del relato los había capturado, y aún más si habían reconocido en mensajes enviados durante el programa a redes o a particulares que se lo estaban creyendo. En lugar de enfadarse con los realizadores y participantes en el programa, lo que deberían haber hecho era tomar conciencia de la fragilidad de nuestra mente ante los relatos y estar más atentos a los gazapos que se cuelan de forma continua en todos los medios de comunicación. Quizá fuera esta la intención profunda de los que idearon la broma.

Yuval Noah Harari[42] destaca la importancia del mito para la cooperación humana. Un gran número de extraños, dice, puede cooperar con éxito si cree en mitos comunes. Esto habría permitido,

según el autor, salir del entorno del clan o de la tribu hacia una sociedad más organizada. Si traemos la idea al mundo contemporáneo podemos decir que es también la creencia en mitos comunes lo que crea cohesión entre los miembros de ciertos grupos sociales actuales como las iglesias, los estados, la bolsa o las corporaciones.

3
EL INSTINTO DE CURIOSIDAD

El pensamiento filosófico y también el científico se presentan a veces como el resultado de una tarea civilizatoria, como la culminación de un proceso evolutivo tanto de la especie como del individuo. Sin embargo, ambas formas de conocimiento son instintivas, tan biológicamente humanas como el mito. Responden en mayor o menor grado al llamado instinto de curiosidad.

Si introducimos en una jaula unos ratones de laboratorio —o unos hámsteres o unos jerbos cuando estamos en casa y los niños se han empeñado en ello—, podemos observar que lo primero que hacen es explorar de forma aparentemente compulsiva cada centímetro cuadrado del suelo, las paredes, los recovecos, etc. Es el instinto de curiosidad y la forma que tienen esas especies de expresarlo. El humano observa, compara, pone a prueba, comparte ideas o disiente de ellas —y, según algunos psicólogos, incluso chismorrea— como formas de expresión de ese algo más sofisticado pero, en definitiva, mismo instinto animal.

Tanto el pensamiento filosófico como el científico intentan hacer el mundo inteligible. Para ello utilizan un tipo de memoria distinta de la episódica que, como veíamos, era la empleada en los relatos. En este caso se la llama memoria «semántica», que, a diferencia de la anterior, no tiene forma narrativa ni contexto espaciotemporal. La memoria semántica es la que alberga los conceptos permanentes, así como las relaciones entre ellos. Cuando un niño memoriza las partes de que consta una planta está usando la memoria semántica; cuando aprende una fábula sobre una planta utiliza la episódica. La memoria semántica es la que nos permite el pensamiento abstracto a partir del cual intentamos comprender.

La filosofía y la ciencia parten de la duda. Su exposición es más árida. Requieren mayor esfuerzo intelectual y capacidad de abstracción. Se constatan hechos, se lanzan ideas o se arriesgan hipótesis que pretenden explicar el mundo y a nosotros mismos. La verdad es su objetivo, aunque no llegue a alcanzarse. La esencia de ambas es la interrogación, la indagación, la búsqueda. Esta actitud exige un reconocimiento previo de la ignorancia y una decisión firme de no tratar de vencerla mediante la creación de ficciones.

El instinto que lleva a la filosofía y a la ciencia se puede satisfacer de varias maneras. Una de ellas es mediante el descubrimiento. Hay quien siente el impulso de descubrir, de encontrar por vez primera lo que nadie sabe y darlo a conocer. Pero también hay quien busca ampliar sus conocimientos a partir de descubrimientos de otros. A los primeros los llamamos investigadores y a los segundos, estudiosos o eruditos. Y también hay quien, además de descubrir o de recopilar, disfruta haciendo a otros partícipes de aquello que le entusiasma. Son los docentes y los divulgadores.

La búsqueda de lo desconocido es la investigación. En español la palabra viene del latín, que a partir de *vestigium*, que significa «planta del pie» o «suela», creó *investigare*, «seguir la pista» o «las huellas». En portugués se llama *pesquisa*. En ambos idiomas la palabra tiene resonancias detectivescas. En otras lenguas geográfica y culturalmente próximas, como el francés, el inglés o el italiano, la palabra utilizada (*recherche*, *research*, *recerca*) significa literalmente volver a buscar, buscar dos veces. Como si tras una primera mirada al objeto de estudio hubiera que mirarlo de nuevo con otros ojos más entrenados, mejores observadores, hasta descubrir los secretos que esconde.

¿Fue la ciencia antes o después del relato? A primera vista, como decía Juan en su evangelio, parecería que el tiempo del pensamiento filosófico y científico sería posterior al del pensamiento mítico que dio lugar a los relatos, pero las evidencias de que disponemos no confirman esa secuencia.

En cuanto a los documentos escritos, tanto la epopeya de Gilgamesh, el relato más antiguo que ha llegado hasta nosotros, como los primeros registros astronómicos, que serían los primeros registros científicos, están documentados en tablillas mesopotámicas del segundo mileno a. C., aunque evidencias lingüísticas y arqueológicas indican que ambos proceden de escritos sumerios del tercer milenio a. C. de los que no existe rastro directo.

Si atendemos al Génesis, probablemente un milenio posterior, encontramos un dato interesante en este sentido. Una lectura atenta del texto nos dice que la primera mujer, Eva, guiada por su instinto de curiosidad, tomó una manzana del árbol del conocimiento, comió de ella, y a continuación la dio a comer a su compañero, Adán.[43] Son exactamente las tres etapas del quehacer científico: la curiosidad o el deseo de saber, la adquisición del conocimiento y su transmisión a otros para que lo continúen. La tradición judeocristiana ha hecho una interpretación muy diferente de este texto. La curiosidad existe, pero se la considera un elemento negativo. Respecto a la fruta, no se presta atención a su cualidad de vehicular el conocimiento, sino más bien al hecho de que estaba prohibida y al pecado que supuso haber desobedecido al dios al comerla. Por último, el ofrecimiento a Adán de esa supuesta fuente de pecado convierte a la mujer en corruptora de los varones y, por extensión, en causa de los males de toda la humanidad.

Del mismo modo, aunque algo más tarde, los escritos griegos también incluyen entre los mitos más antiguos el don del fuego —que también puede simbolizar el conocimiento o la ciencia— entregado por Prometeo a los humanos.[44]

Nada más podemos añadir a la antigüedad de los relatos excepto la sospecha de que existían en una tradición oral posiblemente tan antigua como el lenguaje mismo. Pero para la ciencia sí tenemos datos adicionales procedentes de algunas construcciones megalíticas calculadas para que, por ejemplo, el sol saliente del solsticio de verano dejara caer sus rayos en un lugar determinado,[45] y que constituyen una forma de expresión sofisticada, e indudablemente duradera, de los conocimientos astronómicos de sus constructores en culturas de las que no existen documentos escritos.

Esa observación minuciosa y continuada del cielo que aparece en tantas culturas y que primero se debió hacer por curiosidad y más tarde, al descubrirse su utilidad, para marcar el calendario agrícola pasó a utilizarse también en un momento indeterminado para hacer adivinaciones y presagios. Y debió ser también entonces cuando aquellos escasos cuerpos celestes que presentaban mayor brillo y que se movían de forma diferente al resto, es decir, los planetas, comenzaron a considerarse dioses y a recibir culto. Este pudo ser un momento de tránsito de la ciencia al mito.

La filosofía trata de encontrar respuestas globales, sistémicas, explicaciones del mundo en su totalidad, o al menos lo más completas posible. Cuando un filósofo elabora un sistema trata de cerrarlo. La relación entre los filósofos suele ser de transmisión entre maestros y discípulos, así como de polémica con los precedentes o los contemporáneos. Aunque un sistema filosófico pretende superar al anterior, a lo largo de la historia no van sustituyéndose, sino que pueden convivir, prevaleciendo el más convincente, que no tiene por qué ser el más reciente. Es algo semejante a lo que ocurre en el arte. Aunque en los últimos tiempos la filosofía se ha especializado —es la marca del mundo moderno— desgajándose en «filosofía de» (del lenguaje, de la historia, del arte, de la ciencia, de la empresa, del deporte, etc.), la visión de conjunto permea la de la especialización.

Las líneas de pensamiento de los distintos filósofos o culturas suelen tener razón, todas, aunque parezcan contradictorios sus recorridos y conclusiones. Es una cuestión de ángulos de visión. Como aquello de que las líneas paralelas no pueden encontrarse… o sí, para el dibujante, dependiendo del punto desde donde las mire. [46]

La filosofía soporta más incertidumbre que el mito, pero menos que la ciencia. El pensamiento científico es el que soporta un mayor grado de incertidumbre. Es más, solo se llega a la ciencia tras el convencimiento de que hay que vivir en la incertidumbre.[47]

La información del mundo que llega a través de los sentidos plantea preguntas. La imaginación y la inspiración procuran respuestas. Las respuestas filosóficas deben ser elaboradas; las científicas, demostradas. De las teorías filosóficas no se puede probar su veracidad ni su falsedad. Por eso perviven en paralelo y nunca son descartadas definitivamente, aunque tengan más o menos aceptación o estén más o menos de moda. En cambio, las demostraciones científicas siempre son provisionales. En realidad, lo único que se puede evidenciar de forma definitiva sobre una teoría científica es que es falsa.

Por otra parte, la ciencia, a diferencia de la filosofía, es acumulativa. No hay vuelta atrás en los grandes hallazgos. Puede haber cambios de paradigma, pero no una vuelta al anterior. A Platón se le lee como un autor que puede darnos ideas para recorrer la vida. De Arquímedes conservamos los hallazgos fundamentales incorporados a la enseñanza actual de la física, pero la lectura de sus obras originales hoy la aborda la filología. Desde el punto de vista científico, Arquímedes fue un eslabón de una tarea colectiva.

Por eso, cuando se estudia la filosofía, se sigue a los grandes pensadores: Sócrates, Platón, Descartes, Spinoza, Kant, Hegel, etc., es decir, la filosofía se estudia a lo largo del tiempo, diacrónicamente. Por el contrario, en ciencias se enseña a los estudiantes el saber actual de la física, la biología o la genética. Podemos decir que es un estudio sincrónico. El estudio de los científicos anteriores y de los conocimientos que generaron forma parte de la historia de la ciencia, no de la ciencia misma.

Pero dejemos hablar a un filósofo sobre la diferencia entre las dos formas de pensamiento:

> La epistemología como disciplina filosófica sobre la verdad se ha decantado por reservar este valor para las proposiciones científicas, quedando en el aire el carácter veritativo de los filosofemas propiamente dichos, al estar supeditados a la lógica interna de los supuestos intrínsecos de las diferentes teorías filosóficas. Y una de las razones de esta exclusión es que, a partir del desarrollo de la ciencia moderna, la tarea de conocer ha sido encomendada, y ha quedado reservada, a las ciencias, mientras que lo propio de la filosofía es la actividad de pensar.[48]

Otra cosa distinta es cómo la sociedad ve al científico. El observador externo, que no está tan habituado a la incertidumbre, exige al científico certezas absolutas y definitivas que no puede darle, y a veces lo mira con decepción. Recuerdo una reunión informal de familiares y amigos, entre los cuales algunos nos dedicábamos a la ciencia, en un momento en que se había producido algún hallazgo científico que había alcanzado cierta divulgación. Mientras los científicos ciertamente lo valorábamos, pero lo veíamos sin rotundidad, los no científicos consideraban que «ya» se había llegado a solucionar la cuestión de la que se trataba. Querían certidumbre y se la pedían, se la exigían, a la ciencia, que no se la podía dar. Ya había mostrado Heisenberg, fundador de la mecánica cuántica, que la incertidumbre era parte de la realidad, pero, al parecer, solo los científicos habíamos asimilado el nuevo paradigma.

Es un lugar común decir que en la Grecia clásica se produjo una transición del mito a la racionalidad, puesta esta de manifiesto a través de la filosofía y de la ciencia. Pero la ciencia no puede sustituir al mito ni tampoco al pensamiento supuestamente revelado en el que se basan algunas religiones, pues nunca podrá dar una respuesta sin fisuras a las inquietudes de las personas que los generan. El pensamiento científico pone en tela de juicio las convicciones no racionales e intenta lidiar con la parcialidad y los prejuicios propios del ser humano, poniéndolos a prueba. La religión y la revelación son cortocircuitos que adormecen el instinto de curiosidad. Por eso la religión no solo es incompatible con el pensamiento científico, sino que tiene a este por enemigo. Tomando el ejemplo más conocido en nuestro entorno, el de la Iglesia cristiana, es indudable el papel que protagonizó en la demolición de la cultura clásica,[49] momento de máximo florecimiento de la filosofía y de la ciencia, así como en la prevención de que un pensamiento humano libre volviera a manifestarse en los siglos posteriores.

Pero la sombra de Aristóteles fue muy alargada. Su fama fue tal, que aquellos de sus escritos que sobrevivieron a la obsesiva persecución del Imperio romano cristianizado fueron rescatados por los árabes y traducidos a su lengua, para ser recuperados posteriormente —entonces traducidos del árabe al latín— por los estudiosos medievales. Y, en una pirueta que no deja de llamar la atención, los mismos que habían a veces quemado y a veces borrado sus obras para escribir libros de salmos, es decir, las autoridades de la Iglesia cristiana medieval, se apropiaron de las teorías aristotélicas y, tras depurarlas, las reinterpretaron para hacerlas compatibles con la revelación de la que se nutrían. Y lo que Aristóteles, filósofo y científico, aventuró como las hipótesis más probables para explicar el mundo fue convertido, en el curso de unas décadas, en dogma, hasta el punto de considerar herejes e incluso de condenar a la hoguera a quienes contradecían a Aristóteles. El pensamiento filosófico, nacido libre, se convirtió en dogmático, como el conocimiento revelado. Podríamos decir también que en este caso se produjo un tránsito de la ciencia al mito.

Fue precisamente el estudio de la naturaleza, en concreto de la astronomía, como había ocurrido en los orígenes del conocimiento, lo que generó, allá por el siglo XVII, contradicciones que el dogma no pudo asimilar. Pero de todo eso trataremos más adelante.

La ciencia es una alternativa al mito, pero reconoce en él raíces muy profundas de la humanidad. Prueba de ello es la aparente paradoja de que muchos nombres míticos pervivan en la actualidad porque son utilizados por la ciencia. Cuando en el siglo XVIII el naturalista alemán Von Rosenhof descubrió el género *Amoeba*, cuyos miembros se caracterizan porque no tienen una forma estable sino cambiante, puso a la primera especie descrita el nombre de Proteo, el dios marino que en la *Odisea* ayuda a Menelao a regresar a su tierra y que tiene como prerrogativa la capacidad de adoptar las formas más diversas, ya de animales, ya de elementos como el fuego o el agua. De igual manera, algunos de los elementos químicos de la tabla periódica, como el mercurio o el helio, reciben nombres de dioses griegos. Caos es el origen del mundo según

Hesíodo y el nombre de una teoría científica, planteada en la segunda mitad del siglo XX, que trata de explicar sistemas complejos. También hablamos de energía eólica por Eolo, dios de los vientos, o de virus troyanos en informática. La vulcanología debe su nombre al dios Vulcano, Hefesto para los griegos, y la morfina lo recibe de Morfeo, el dios de los sueños. La tecnología tampoco se ha quedado atrás. ¿Quién no conoce la célebre marca de instrumentos de óptica Olympus? Y no podemos olvidar que vivimos cada noche bajo un cielo lleno de dioses griegos, aunque los llamemos por sus nombres latinos.

4
POETAS, FISIÓLOGOS Y FILÓSOFOS

Las culturas que dejaron las primeras huellas escritas en las que poder rastrear sus empeños, la mesopotámica y la egipcia, nos dan testimonios abundantes de saberes matemáticos, geométricos, astronómicos o médicos, pero no tenemos noticias de reflexiones sobre ellos o sobre el conocimiento en general. Fueron los griegos los primeros que, tras asimilar las observaciones realizadas por estos pueblos y desarrollar las propias, reflexionaron sobre ellas.

Los primeros estudiosos que conocemos se preocuparon por saber cuál era el principio a partir del cual surgía el mundo que los rodeaba, pero no buscando una historia o un episodio, como habían hecho los poetas —Homero o Hesíodo—, sino haciendo uso de su memoria semántica, tratando de definir conceptos que procuraran una explicación. Hesíodo, en su *Teogonía,* había comenzado su relato por el Caos, y de él iba haciendo surgir la genealogía de los dioses al mismo tiempo que el mundo en su totalidad, aproximación semejante a la que con anterioridad había hecho la Biblia, que partía de un dios que creaba y ponía orden, llevando la luz adonde antes hubo solo tinieblas. En la Grecia hesiódica o arcaica se pensaba que los procesos naturales respondían a una intención, a un propósito, y que los acontecimientos sociales estaban igualmente determinados por los dioses. Esta creencia se correspondía con unas relaciones sociales basadas en el vasallaje en función del rango, y cuyos valores eran el honor en las élites y la obediencia en el resto. El concepto de individuo no existía y por eso, cuando una desgracia se abatía sobre una comunidad, el pensamiento mágico interpretaba que la culpa de alguno de los componentes del grupo había provocado la venganza de los dioses. «Muchas veces hasta toda una

ciudad carga con la culpa de un malvado cada vez que comete delitos o proyecta barbaridades», dice Hesíodo.[50]

Pero ocurrió que, justo en los comienzos del siglo VI a. C., Solón «abolió la oligarquía […], terminó con la esclavitud del pueblo y estableció la democracia»,[51] o como él mismo dice: «Y al que estaba aquí mismo en vergonzosa servidumbre… le di la libertad […].[52] Y escribí leyes, donde acomodaba, lo mismo para el vil que para el noble, justicia recta para cada uno. […] Así que haciendo fuerza por doquier, escapé a la jauría como un lobo».[53] Solón interpretó que la causa de los conflictos estaba en los mecanismos internos del Estado, no en los designios de los dioses. La justicia de estos, la *thémis*, en la que se basaba la jurisdicción aristocrática, fue sustituida por la justicia de la ciudad, la *díke*, que implicaba igualdad ante la ley y según la cual el transgresor pagaba para reparar los daños producidos. Justo en los últimos años del mismo siglo, otro dirigente ateniense, Clístenes, decretó la igualdad entre todos los ciudadanos libres y estableció el primer Gobierno democrático en el que se turnaban los representantes elegidos de las diez demarcaciones en las que dividió el Ática.[54]

Según Jost Herbig, que ha estudiado detenidamente la relación entre los cambios sociales y la evolución del conocimiento, el cambio social que tuvo lugar a lo largo del siglo VI a. C. con la introducción de las leyes, el derecho, los valores individuales frente a los de rango, etc., pudo despertar en las mentes curiosas la posibilidad de que también la naturaleza obedecería a sus propias leyes internas.[55] El mundo ya no sería un caos en el que los humanos se encontraban perdidos y a merced de fuerzas desconocidas, sino que estaría regido también por leyes que impondrían un orden que se podría desentrañar. Nada sucedería sin una causa, y era cuestión de intentar buscarlas. El caso es que, efectivamente, la primera explicación de la naturaleza no basada en relatos fantásticos sino en causas naturales se inició en la Grecia de los siglos VI y V a. C., y transcurrió por un camino inverso al utilizado por Hesíodo, es decir, tratando de buscar los orígenes del mundo natural a partir de lo que conocemos por los sentidos, lo material, lo cotidiano.

Los nuevos sabios ya no se preguntaban quién estaba al mando sino qué había al principio, y no se respondían con una historia sino con una hipótesis. Tales, Anaximandro, Jenófanes, Heráclito, Anaxágoras o Alcmeón de Crotona, entre muchos otros, se preguntaron por el mundo del que formaban parte, en el que estaban inmersos: ¿de qué está hecho?, ¿cómo se originó?

Ellos partían de una idea de conservación: nada desaparece ni se crea de la nada,[56] decían, lo que podemos equiparar a «la materia no se crea ni se destruye, se transforma» de Lavoisier, o a «la materia se transforma en energía» de Einstein.

Buscaban el origen de la naturaleza en un número reducido de elementos, entre los que barajaban el agua, la tierra, el aire o el fuego, que, de alguna manera, dieron lugar al resto del mundo natural. Esa idea de la combinatoria de pocos elementos simples para formar sistemas complejos se ha demostrado correcta. Abreviando mucho, podríamos decir que todos los seres vivos estamos constituidos, básicamente, por cuatro elementos: carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno.

La teoría más sorprendente que elaboraron fue aventurar que toda la materia estaba constituida por pequeños elementos, a los que llamaron átomos, que se desplazaban en el vacío y que, combinándose entre sí, generaban todo los que nos rodea y a nosotros mismos, como defendieron Leucipo, Demócrito, Epicuro y después Lucrecio.

En sus comienzos, Sócrates siguió también el camino de los «fisiólogos» —estudiosos de la naturaleza— que lo precedieron: «Cuando era joven, Cebes, me apasionaba extraordinariamente por esa clase de sabiduría que llaman investigación de la naturaleza. Me parecía magnifico, en efecto, saber las causas de cada cosa: por qué nace cada una, por qué muere y por qué es como es».[57] Sin embargo, con el tiempo, cambió de rumbo e inició una época en la que la sociedad de las polis griegas se volcó en una indagación, excepcionalmente fructífera, sobre la justicia, el sentido moral o la organización política, el terreno de la filosofía.

No deja de ser curioso que justo en la época socrática, en el momento considerado como el del triunfo de la razón, el estudio de

la naturaleza pasara a un segundo plano. Aunque Demócrito e Hipócrates, ambos contemporáneos de Sócrates, continuaran investigando el mundo natural y a los humanos en cuanto componentes de él, la reflexión sobre la sociedad y el comportamiento de las personas que la constituían se convirtió en el *mainstream* del momento. Fue la época de los sofistas, los dramaturgos, los oradores.

La organización social, la justicia o la política se consideraron entonces tan importantes que Platón en su mito sobre el origen del hombre las identificó como dones del propio Zeus. Cuenta que Zeus, ante el temor a que sucumbiera la raza de los hombres, envió a Hermes para que los proveyera del sentido moral y de la justicia. Le preguntó entonces Hermes, el mensajero:

> ¿Las reparto como están repartidos los conocimientos? Así, uno que domina la medicina atiende a muchos que no saben nada de ella, y lo mismo para otras profesiones. ¿Reparto así la justicia y el sentido moral o los infundo a todos? A todos, dijo Zeus, pues no habría ciudades si solo unos pocos participaran de estos como ocurre con los otros conocimientos.[58]

Fue precisamente Platón, el mismo que nos cuenta todo esto, el primero en utilizar la palabra «filosofía». En su obra *Fedón* la pone en boca de Sócrates, que se refiere a ella como la búsqueda de la sabiduría, «una fuente de placer»[59] o «la más alta música»,[60] la actividad a la que se dedicó cuando cambió de rumbo y abandonó el estudio de la naturaleza.

En realidad, todos fueron investigadores, aunque unos buscaban la explicación del mundo y otros alcanzar la sabiduría. Unos estudiaban al hombre como parte de la naturaleza y otros lo analizaban en el contexto de la *pólis*.

La secuencia descrita junto con la enorme influencia que ejercieron las doctrinas filosóficas socráticas difundidas por Platón, que marcaron un punto de inflexión en la cultura griega, tuvieron,

curiosamente, varias consecuencias lingüísticas en relación con el tema que nos ocupa.

La primera de ellas fue que a Heráclito, Tales, Anaximandro, Alcmeón, etc., se les pasó a denominar «presocráticos», es decir, se les define en función de lo que ocurrió más tarde, algo de lo que ellos no tuvieron conocimiento ni conciencia. Dicha nomenclatura implica una cierta minusvaloración, ya que solo con utilizarla se da por supuesto que lo realmente interesante fue lo que vino después.

La segunda fue que, dado el prestigio y la expansión de la «filosofía» creada por Platón en los años posteriores, a los que reflexionaron antes, aunque su objeto de estudio fuera el mundo natural y material, se les denominó también «filósofos».

La tercera consecuencia fue que la ciencia se consideró durante varios siglos como una rama de la filosofía y, puesto que su objeto de estudio era, y siempre fue, el mundo natural, se la denominó hasta el siglo XIX «filosofía natural» y a los que la practicaban «filósofos naturales».

Si las circunstancias históricas hubieran sido diferentes, quizá llamaríamos hoy «fisiólogos» o «primeros científicos» a los pensadores griegos del siglo VI a. C., y quién sabe si incluso se habría llamado «fisiólogos políticos» o «fisiólogos postsocráticos» a los que siguieron la escuela iniciada por Sócrates y transmitida por Platón.

Como los escritos de los primeros que indagaron no han llegado hasta nosotros, lo que conocemos de ellos se debe a autores posteriores que sí pudieron leerlos y comentaron sus obras. El primero de esos comentaristas fue Aristóteles, que dice: «De los que primero filosofaron, la mayoría pensaron que los únicos principios de todas las cosas son de naturaleza material».[61] Lo que pretendieron fue aportar una concepción del mundo ordenada de acuerdo con principios naturales.

No puedo evitar entresacar algunos fragmentos atribuidos a estos «primeros científicos», perdón, «filósofos presocráticos», para dar

una idea de la profundidad y los aciertos que consiguieron.

Jenófanes hizo una dura crítica de los poetas Homero y Hesíodo: «Los humanos creen que los dioses han nacido y que tienen vestido, voz y figura como ellos. Pero si los bueyes […] tuvieran manos y pudieran dibujar con ellas […] dibujarían los cuerpos de los dioses semejantes a los bueyes».[62] Y puso su confianza en el esfuerzo humano: «Pues los dioses no revelaron desde un comienzo todas las cosas a los mortales, sino que éstos, buscando, con el tiempo descubren lo mejor».[63]

Heráclito escribió: «Para los despiertos hay un mundo único y común, mientras que cada uno de los que duermen se vuelve hacia uno particular».[64] ¿Estaba haciendo una declaración de la universalidad de la ciencia (los despiertos) frente a los intereses y fantasías particulares?

Anaximandro tuvo una intuición sorprendente sobre lo que más tarde sería la teoría de la evolución de las especies: «Al comienzo el hombre se generó de animales de otras especies. Se deduce porque estas se alimentan pronto por sí mismas, mientras el hombre no. Si siempre hubiera sido así, no habría sobrevivido».[65]

Por último, Alcmeón de Crotona planteó una teoría del conocimiento: «Los dioses tienen conocimiento claro de las cosas invisibles, pero para los hombres solo existe la posibilidad de juzgar a partir de signos»,[66] y «Lo que gobierna está en el cerebro».[67]

La dicotomía ciencia-filosofía no fue observada por todos. Hubo sabios que cultivaban ambos tipos de curiosidad, como Demócrito, en quien nos detendremos más adelante. Pero entre todos el más prolífico y del que más información se consiguió recuperar fue Aristóteles, que, sin dejar de atender a las cuestiones éticas y políticas, fue también un fisiólogo en el sentido original del término: un estudioso de la naturaleza. Y algo semejante puede decirse de otros, como Arquitas de Tarento o Eudoxo de Cnido, matemáticos, geómetras, astrónomos y filósofos.

Podemos concluir que la ciencia era una actividad compleja, relevante y con tradición en el mundo griego clásico a partir del hecho de que pronto aparecieran historiadores de la ciencia, como Eudemo de Rodas o Teofrasto, ambos discípulos de Aristóteles, así

como reflexiones filosóficas sobre ella, como las que hace Platón en *Timeo* y *República*.

5
DOS ATLETAS PARALELOS

Así como los mitos, la ciencia o la filosofía son distintas formas de expresión del pensamiento humano, existe otra faceta igualmente propia de la especie: la del individuo que imagina y crea, que inventa y fabrica, al que algunos filósofos han denominado *homo faber*.

El *homo faber* es el artífice de las herramientas que a su vez permiten modificar el entorno en beneficio del inventor o fabricante y su grupo social. Quizá en un sentido más amplio deberíamos incluir también en esta denominación a quien genera algún tipo de expresión —ya sea producto de su imaginación o interpretación subjetiva de la realidad— capaz de procurar emoción en quien se expone a ella, es decir, el artista. En ambos casos existe un objeto físico —ya sea una herramienta, una escultura o una pieza musical— creado por alguien y utilizado de una forma u otra por quien lo recibe. Aunque la expresión artística es muy compleja y ajena al propósito de este libro, es interesante destacar que el azar ha conferido a ambas actividades, arte y técnica, otra propiedad común: como no necesitan el soporte de la escritura —excepto, naturalmente, la literatura—, el testimonio físico de su existencia se remonta a milenios, a la vida de los sapiens cazadores-recolectores e incluso a especies anteriores a los sapiens.

Actualmente los conceptos de ciencia y técnica están emparejados, pero no siempre ha sido así. La ciencia busca conocimiento y procura su expansión. El propósito de la técnica es crear el objeto útil —sin entrar ahora en cuál es el sentido, o quién es el beneficiario, de esa utilidad—. No pretende expresar una visión del mundo sino facilitar su habitabilidad.

Ciencia y técnica (*epistéme* y *téchne*) tuvieron durante siglos un desarrollo casi paralelo, con algunos puntos de encuentro en los que el conocimiento abstracto tuvo una aplicación práctica. Heródoto cuenta que en Egipto cada habitante recibía del rey un lote de tierras cuadrangular y, con arreglo a su tamaño, pagaba un tributo anual.[68] Con las subidas del Nilo, a veces alguien perdía parte de su lote y acudía al rey, que enviaba a unos inspectores a medir la disminución que había sufrido el terreno y así reajustar el importe del tributo o añadir una cantidad de tierra equivalente. Según el historiador, con ese fin se inventó la geometría, que literalmente significa «medida de la tierra» y, en este caso, herramienta para restablecer la propiedad.

Algo parecido ocurrió en astronomía. La observación de los movimientos celestes dio lugar a un desarrollo técnico que se produjo de manera independiente en varias culturas, el gnomon, el cual a su vez facilitó la tarea a astrónomos y a geógrafos, a la vez que permitía marcar las horas del día y las estaciones del año basándose en el desplazamiento del sol.

Sin embargo, aunque con algunas excepciones como las mencionadas, la ciencia en la cultura griega no estaba relacionada con la técnica. De hecho, en la Grecia clásica se establecía una clara diferencia entre ambas actividades, pues no había nada más alejado conceptualmente de un artesano (*technítes*) que un sabio (*sophós*). El buen *technítes* conocía bien su oficio, sabía construir, ya fuera un barco o una casa, o fabricar puertas de madera, recipientes cerámicos o instrumentos musicales. El *sophós* no fabricaba, sino que estudiaba, pensaba, escribía, discutía y se ejercitaba físicamente. Ambas actividades eran practicadas por clases sociales diferentes; los estudiosos y sabios solían ser o bien miembros de la clase alta, cuyas necesidades eran atendidas por esclavos, o bien personas que no daban excesiva importancia a los bienes materiales y vivían con frugalidad.

Aristóteles lo deja claro en su *Metafísica*, cuando dice: «De entre las ciencias, la que es deseable por sí misma y por simple afán de conocimiento es más propiamente sabiduría que la que lo es por su utilidad. […] El conocer y el saber sin más fin que ellos mismos se

dan principalmente en la ciencia [...]. Que no se trata de una ciencia productiva está claro incluso desde los primeros filósofos».[69] Parece que tenían a gala que fuera una actividad autosuficiente. Y, para sorpresa de un habitante del hedonista siglo XXI, insiste en la idea de que cuando comenzaron las indagaciones científicas las necesidades estaban ya cubiertas, y las artes relacionadas con el bienestar y los placeres de la vida eran ya bien conocidas.

A veces se dice que esta falta de atención de los griegos a la evolución técnica —por ejemplo, a la fabricación de máquinas que aliviaran el trabajo— se debió a que esas tareas las hacían los esclavos. Sin embargo, la segunda gran ola de esclavismo entre los siglos XVI y XIX en Europa y América coincidió justamente con el *boom* científico-técnico.

La evolución técnica fue durante siglos muy lenta y, desde luego, las innovaciones no se consideraban hijas de la ciencia sino de la pericia de los artesanos. Las armas que se utilizaban en la guerra no cambiaron sustancialmente en varios siglos. Las que menciona Jenofonte en el siglo V a. C. son prácticamente las mismas que describía Homero trescientos años antes para contar acontecimientos que ya entonces eran de gran antigüedad. La transformación de los grupos humanos dependía sobre todo de la organización social y de la política.

El periodo helenístico inició un nuevo tiempo como consecuencia de la alta concentración de estudiosos en torno a la biblioteca de Alejandría. El contacto entre geómetras, matemáticos, astrónomos o físicos que, además de los filólogos y poetas, poblaban el Museo, no podía dejar de dar fruto. Se produjo entonces un fenómeno curioso, pues, aunque se hicieron algunos descubrimientos que facilitaban las técnicas al uso, los científicos no hacían alarde de ello ni lo consignaban en sus escritos. Cuando Arquímedes, formado en Alejandría, formuló la ley de la palanca como una relación universal entre fuerza y movimiento, lo que estaba haciendo era un descubrimiento sobre cómo funciona el mundo, aunque al mismo tiempo abría la posibilidad a nuevas herramientas. Igual pasó con el geógrafo Eratóstenes, cuyos hallazgos debieron facilitar la

navegación en mar abierto, o más tardíamente con Herón, que supo obtener energía del vapor, aunque solo la utilizó para crear juguetes o simular prodigios. Tanto los escritos conservados de estos autores como los que conocemos por referencias de otros versan sobre fenómenos naturales, demostraciones de teoremas, cálculos de áreas y volúmenes, hallazgos geográficos o físicos que trataban de responder a preguntas despertadas por su curiosidad, pero no por las necesidades o los caprichos de la sociedad en la que se desenvolvían. Se diría que, impregnados aún por el espíritu de Aristóteles, no querían escribir sobre las aplicaciones prácticas de sus conocimientos, ni siquiera sobre cómo obtener de ellos un provecho personal, como si aún flotara en el ambiente el fantasma de la separación de clases entre el *technítes* y el *sophós*.

Durante los siglos de dominación romana el pensamiento científico se estancó bastante. Los que sentían curiosidad por la naturaleza no hacían una investigación directa, sino que se esforzaban por recopilar y dar a conocer los descubrimientos de los griegos. Lucrecio, por ejemplo, dejó constancia en su extenso poema *De rerum natura* (*De la naturaleza*) del pensamiento de Epicuro y de la teoría atomista. Plinio el Viejo recogió todo el saber del momento sobre las ciencias naturales, siendo el más reconocido entre los numerosos enciclopedistas que trataron de reunir de forma más o menos extensa los saberes de la época. Galeno, quizá el que más conocimientos nuevos aportó, utilizaba como signo de prestigio el tener a Hipócrates como maestro. Ptolomeo recopiló el conocimiento astronómico griego y creó a partir de él un sistema que perduró durante siglos en Europa.

En cambio, los romanos fueron grandes ingenieros, arquitectos y técnicos en general, y crearon una literatura técnica de alto nivel como la de Vitruvio. Calzadas, acueductos, sistemas de alcantarillado, molinos hidráulicos, herramientas de guerra o magníficos edificios están entre sus logros. Permanecía, por tanto, en su cultura la separación *epistéme/téchne*, aunque con claro predominio de esta última.

A raíz de la extensión del cristianismo la ciencia dejó de interesar, incluida su divulgación. El universo se sacralizó, la divinidad lo

invadía todo; los humanos eran culpables desde su nacimiento; el mundo era solo un lugar de tránsito; la verdadera vida comenzaba después de la muerte. ¿Qué sentido tenía entonces dirigir la curiosidad hacia un mundo transitorio y carente de significado? Esta idea dominante durante varios siglos hizo que los libros escritos sobre soporte de papiro dejaran de copiarse y con el tiempo acabaran por perderse, y que muchos de los escritos sobre pergamino se rasparan para reescribir sobre ellos salmos, oraciones y textos litúrgicos. Isidoro de Sevilla en España, Boecio en Italia o Gregorio de Tours en Francia intentaron conservar los restos y recopilaron todo cuanto pudieron, pero fueron fenómenos aislados. Solo en Constantinopla y en algunos monasterios cercanos se conservaron e incluso copiaron entre los siglos IX y X la mayor parte de los textos clásicos que han llegado hasta nosotros. Pero fue mucho más lo perdido. Afortunadamente, los árabes habían traducido y copiado algunos de los manuscritos que encontraron en Siria o Irak, y que pudieron ser recuperados por Occidente a partir de las traducciones del árabe al latín hechas, sobre todo, en Toledo. De esta forma, comenzaron a llegar a las universidades europeas a partir del siglo XII algunas obras científicas del periodo clásico, especialmente los libros de Aristóteles, Ptolomeo, Euclides o Galeno. Todas ellas explicaban el universo en términos naturales y, por ese motivo, la Iglesia las consideró altamente peligrosas. Y no era para menos. En el siglo XIV Nicolás de Oresme ya apuntaba que la Tierra podría girar alrededor del Sol. ¡Menudo disparate!

En cambio, la técnica artesanal continuó avanzando en estos siglos: el arado pesado, el molino de agua y de viento, las norias, las prensas, los fuelles, los batanes, los vidrios y vidrieras, el papel de lino, la metalurgia para la fundición de campanas, el vidrio soplado, los pigmentos, las colas, los secantes, los barnices, las esclusas para canales, etc. Fueron sobre todo las ciudades, impulsadas por las necesidades del comercio y de una incipiente industrialización, las que más favorecieron los avances técnicos.

En resumen, desde el final del mundo griego la indagación científica quedó muy reducida y llegó un momento en que no se

detectan testimonios de que existiera, mientras que sí se producían avances técnicos considerables debidos a la inventiva de los artesanos, los *technítes*.

Cuando se recuperaron los clásicos grecolatinos la ciencia recibió un nuevo impulso. Quienes eran naturalmente curiosos y tuvieron acceso a ellos los acogieron con entusiasmo, e iniciaron sus indagaciones a partir de donde aquellos las dejaron. Reiniciar el camino era muy complicado, casi imposible. Pero si los antiguos lo habían hecho, ellos también podrían. Y se pusieron a ello.

Quizá la primera colaboración relevante entre ciencia y técnica en esta época se produjo, una vez más, en astronomía. El interés científico por el cielo unido a las investigaciones en óptica, naturaleza de la luz o mecanismo de la visión permitieron a partir del siglo XVI la construcción de telescopios, los cuales a su vez aumentaron significativamente los conocimientos sobre los fenómenos celestes. Pero los telescopios, una vez fabricados, ya no se dirigían solo hacia el cielo para estudiar las estrellas, también permitían ver la costa a distancia desde el barco, así como el barco enemigo desde la costa.

Entre los siglos XVII y XVIII, el concepto de ciencia se hizo más restringido que el de *epistéme* que hemos venido considerando hasta ahora. El auge de la experimentación como principal herramienta y el establecimiento de comunidades científicas formales que contrastaban los resultados obtenidos y los sometían a críticas y comprobaciones desembocaron en una metodología común que todos asumían y a la que, ya entrado el siglo XX, comenzó a denominarse «método científico».[70] Y fue a finales del siglo XVIII, cuando la técnica empezó a utilizar los hallazgos de esta «ciencia moderna» de forma sistemática, el momento en que surgió el concepto y el término «tecnología».

«Tecnología» era ya una palabra griega, pero en la época clásica se llamaba «tecnólogo» a quien escribía un tratado de retórica, o sea, al que era un experto (*téchno*) en el discurso (*lógos*). Cuando se

recuperó la palabra en el mundo moderno fue para definir la técnica que surge a partir del conocimiento científico.

Al haber sido Inglaterra el país en el que por primera vez se planteó la posibilidad y la conveniencia de obtener beneficios prácticos a partir de los conocimientos científicos, y el primero en el que se crearon sociedades y revistas científicas, tiene interés rastrear el significado que se ha dado a la palabra *technology* a partir de ese momento. Apareció por primera vez en los diccionarios en el siglo XVII con el sentido de discusión o conocimiento (*lógos*) sobre las artes aplicadas, para pasar más tarde a designar a esas mismas artes. A comienzos del siglo XX se definía como «el conjunto de métodos, procesos e instrumentos que resultan del conocimiento científico y se utilizan con fines prácticos». Pero a mediados de ese mismo siglo se le añade un nuevo significado: «Medios o actividades a través de los cuales el hombre intenta cambiar o manipular su entorno», un cambio semántico interesante.[71] Tanto en inglés como en español la frecuencia de uso de la palabra experimenta un crecimiento exponencial a partir de los años sesenta del siglo XX.

Con una mirada retrospectiva, hoy se tiende a llamar «tecnología» a toda la fabricación de elementos útiles desde el comienzo de la especie, incluidos los metales, el papiro, la alfarería, el arado, la ingeniería romana, los molinos, los batanes, el papel, la pólvora o la imprenta. En mi opinión, se trata de un anacronismo, pues esos fueron inventos técnicos —en el sentido de la *téchne* griega— hechos por los artesanos gracias a su experiencia y pericia, al margen de la indagación científica. La nueva palabra se debería limitar al conjunto de métodos, sistemas e instrumentos que son resultado del conocimiento científico y que se utilizan con fines prácticos. El telégrafo, el teléfono, la electricidad, el automóvil, los ordenadores, etc., sí son, en este sentido más estricto, hallazgos tecnológicos.

Según la *Enciclopedia Británica*, para la innovación tecnológica son necesarios tres elementos: la necesidad social, los recursos —el capital, las materias primas y la habilidad de los tecnólogos— y un entorno receptivo por parte de los grupos sociales dominantes.

Actualmente podríamos matizar esta afirmación. La necesidad social ha pasado de ser real a estar bastante manipulada por la publicidad. El capital invierte no en las tecnologías más necesarias, sino en las más rentables. Las materias primas se buscan allí donde las haya, sin importar las consecuencias sobre los territorios. Los grupos sociales dominantes en un mundo globalizado están desvinculados de cualquier idea de comunidad o de pertenencia. Sería necesaria, por tanto, una nueva definición. Pero de todo esto nos ocuparemos más adelante.

En algunos momentos ciencia y tecnología han tenido una colaboración fructífera en el mundo de las ideas, como ocurrió a mediados del siglo XX bajo el paraguas de la teoría de sistemas. Según esta, ciertos abordajes holísticos podrían ser compartidos tanto en ciencias naturales como en ingeniería, o incluso en ciencias sociales.[72] La tendencia se consolidó hasta el punto de que se creó una nueva disciplina, la cibernética,[73] que llegó a ponerse bastante de moda en los años sesenta y setenta. Los fisiólogos sabían desde hacía tiempo que muchas especies animales necesitaban para su supervivencia mantener dentro de unos límites una serie de variables como la temperatura, la presión sanguínea, el azúcar en sangre, etc. Los tecnólogos, por su parte, habían desarrollado aparatos que se autorregulaban por realimentación, entre los cuales el más sencillo era el termostato, cuyo uso se había popularizado tanto en la industria como en el ámbito doméstico. Pronto, equipos formados por fisiólogos e ingenieros especializados en mecanismos de control se pusieron a trabajar de forma conjunta. [74]

Sin embargo, estas colaboraciones entre ciencia y tecnología con la finalidad de aumentar el conocimiento no se han generalizado sino que, más bien, ambas actividades han continuado su andadura de forma paralela. Así, mientras los biólogos investigan los mecanismos de orientación espacial en murciélagos, colibríes, belugas e incluso humanos,[75] la tecnología crea radares capaces de detectar la

posición y velocidad de los objetos en su entorno. Igualmente, mientras los neurocientíficos indagan en la función del lenguaje humano, los ingenieros en inteligencia artificial crean el ChatGPT.[76]

En las últimas décadas del siglo XX, y sobre todo en lo que va del siglo XXI, la relación predominante entre la ciencia y la tecnología ha ido más allá de la cooperación o de la actividad paralela. Cada vez con mayor velocidad la tecnología incorpora los conocimientos científicos para diseñar nuevos productos, al mismo tiempo que genera nuevos recursos, nuevos instrumentos, que potencian la investigación científica. Si recurrimos de nuevo a la teoría de sistemas, podemos decir que entre ambas se produce un fenómeno de realimentación positiva.

Los mecanismos de realimentación positiva, una vez desencadenados, son imparables. Buenos ejemplos de ellos existen en fisiología, donde explican varios fenómenos corporales, como el potencial de acción que permite la activación y comunicación entre las neuronas, o el mecanismo del parto. En este último caso, cuando un embarazo llega a término, ante las primeras contracciones, la cabeza del bebé comienza a presionar sobre el cuello dilatado del útero, y es precisamente esta presión la que desencadena la liberación a la sangre de una hormona llamada oxitocina, que aumenta la fuerza de contracción del útero, lo que hace que la cabeza a su vez presione más, etc. Estos mecanismos de realimentación positiva no pueden dar lugar más que a un resultado explosivo e irreversible: en este caso, el nacimiento.

Los científicos, impulsados por la tecnología, generan respuestas cada vez más rápidas a las preguntas que se venían haciendo desde hacía tiempo, junto con otras que la nueva situación les suscita. Las nuevas respuestas dan lugar a nuevas tecnologías, etc. Pero los mecanismos de realimentación positiva arrastran a su paso cualquier obstáculo que se presente, y cuando tienen lugar en sociedades humanas son impredecibles. Ya estamos deseando y temiendo ver la nueva criatura a la que tal mecanismo va a dar a luz.

LA UNIÓN DE *TÉCHNE* CON *LÓGOS* Y SUS CONSECUENCIAS

Muchas veces la etimología de las palabras nos ayuda a entender el concepto al que se refieren. En el caso de la tecnología, a la *téchne* griega se le ha añadido la vieja palabra *lógos*, aquella de los múltiples significados. En general se entiende como «conocimiento» en este contexto, pero no olvidemos que otro de sus significados era «relato» o incluso «fábula». Y a veces da la impresión de que el *lógos*/conocimiento ha sido sustituido por el *lógos*/relato. Que la tecnología se ha mitificado. El nuevo relato se llama «progreso» y, como todo mito, tiene vida propia y se considera incontestable.[77]

Como hemos visto, en la época de la *téchne* las sociedades eran técnicamente estables o cambiaban a escasa velocidad, de manera que las vidas de abuelos, padres, hijos y nietos era semejante y la sociedad toda compartía una forma de estar en el mundo que asimilaba sin dificultad. La velocidad de cambio en la sociedad tecnológica postrada ante el mito del progreso no es asimilable por nuestra capacidad de comprensión. Simplemente ya no intentamos comprender. Nos dejamos llevar. Somos pasivos ante la fuerza del mecanismo de realimentación positiva que nos arrastra. Todo esto facilitado por las técnicas de distracción que nos envuelven.

¿Y qué estamos entregando a cambio? Nuestra independencia, podríamos decir, nuestra autonomía. En efecto, la omnipresencia tecnológica nos ha hecho perder las habilidades y las técnicas que permitían a los humanos sobrevivir en un mundo no tecnológico. ¿Somos capaces de orientarnos en ausencia de un GPS como hicieron nuestros antepasados desde el principio de los tiempos y, aunque en menor grado, nosotros hasta hace escasamente veinte años? ¿Sabemos cultivar unas verduras y cuidar unas gallinas si vivimos en el campo o tenemos un jardín? ¿Podemos coser para enmendar una pequeña rotura en una prenda en lugar de salir corriendo a comprar otra y tirar la primera a la basura? ¿Somos capaces de hacer ejercicio por el mero placer de ejercitar nuestro cuerpo sin necesidad de controlar al mismo tiempo mediante un sofisticado dispositivo cada una de sus variables? ¿Estaríamos dispuestos a desplazarnos a

pie o en bicicleta, en lugar de mover dos mil kilos de metal y plástico solo para transportar los cincuenta o cien kilos de nuestra persona? Estamos ante una paradoja: aunque se considera heredera de la razón, en la sociedad tecnológica actual hay numerosos elementos de irracionalidad. Uno de ellos es el acuerdo generalizado que contempla la posibilidad del uso de tecnología altamente sofisticada para llegar a su propia destrucción. Ahora este nuevo mito tecnológico tiene la tarea «prometeica» de salvar al planeta de la ruina que ha contribuido a generar.

¿Era inevitable llegar al remolino al que, para bien o para mal, nos arrastra el uso incontrolado del maridaje de la ciencia y la tecnología? Para analizarlo hay que tener en cuenta un tercer factor que se ha unido a ellas: el capitalismo.

6
PODEROSO CABALLERO

En su libro *Fenómenos*, Arato explicaba, en el siglo III a. C., cómo Zeus había organizado el movimiento de los astros para que el hombre supiera cuándo arar, cuándo sembrar y cómo navegar según la posición de las estrellas. Arato comenzaba su poema astronómico al modo de los homéricos: «¡Salud a las musas! [...] Os pido poder hablar de las estrellas como es justo, orientad todo mi canto». En este caso pedía que lo ayudaran a decir la verdad, que, aunque científica, consideraba procedente de la inspiración divina, a semejanza de lo que ocurría con los libros revelados.

Muchos siglos después, cuando en el occidente de Europa se redescubrieron los clásicos y se reanudaron las indagaciones científicas, un conjunto de invenciones como la brújula, la pólvora, la imprenta, el telescopio, entre otras, emocionaron a Francis Bacon, que, sin ser científico, se erigió en defensor del poder de la ciencia y en visionario de los beneficios que la unión de esta con la técnica podía aportar a los seres humanos, o al menos a la parte de ellos que supieran aprovecharla. Creó entonces una utopía basada en la ciencia que alcanzó gran repercusión y con la que se convirtió en paladín del progreso.[78] A diferencia de Arato, esa utopía ya no dependía de los dioses sino de los humanos y, por tanto, se podía manipular y sacar provecho de ella.

En el año 1600, la misma época en la que Francis Bacon escribía sus obras, se fundó, también en Inglaterra, la Compañía de las Indias Orientales. Fue esta compañía la primera cuya titularidad ya no era de un grupo de, pongamos, armadores que reunían sus esfuerzos para poder abarcar mercados mayores, sino que pertenecía a un número elevado e indeterminado de personas, cada

una de las cuales poseía un fragmento, el cual además podían comprar o vender de manera libre y anónima. Surgía así una nueva clase social sin nombre ni cara, el accionariado, y un nuevo modelo de gestión, la corporación. A partir de entonces, muchas personas con recursos comenzaron a invertir cada vez más no ya en tierras o en negocios locales, como venía siendo habitual, sino en grandes compañías que operaban en los nuevos territorios con vistas a obtener un beneficio en un futuro más o menos lejano.

El nacimiento de las corporaciones tuvo varias consecuencias importantes. Una de ellas fue que por primera vez el poder económico dejó de ir de la mano del poder político. Anteriormente, el rey, el príncipe o el emperador disponía tanto del poder como de los recursos. La organización del Imperio persa consistía fundamentalmente en determinar los tributos que debía aportar cada pueblo y facilitar el sistema de recaudación. Las monarquías medievales extraían igualmente las riquezas del pueblo mediante conquistas o coacciones. Pero en ambos casos, a cambio, el pueblo obtenía vías de comunicación o cierto proteccionismo frente a agresiones u otro tipo de necesidades especiales. La separación de ambos poderes, político y económico, desvinculaba a los «nuevos ricos» del destino de los pueblos y eludía cualquier obligación hacia estos. Por otra parte, los accionistas de estas nuevas empresas comerciales basaban su fortuna en las expectativas, lo que apuntalaba una nueva idea: el futuro será mejor que el presente. Como veremos más adelante, nacía el mito del progreso.

Sesenta años después de la creación de la Compañía de las Indias Orientales se constituyó también en Inglaterra la Royal Society, primera sociedad científica creada en Occidente, cuyo impacto social, si bien fue escaso en sus comienzos, estableció las bases teóricas sobre las que se asentarían los cambios que tendrían lugar más adelante en el mundo de la ciencia. Pronto las corporaciones iniciales y las primeras sociedades científicas se cruzaron, y sus semillas fueron fructificando poco a poco al calor de las ideas de Francis Bacon, que por aquel entonces se habían hecho muy populares. Aunque la primera revolución industrial todavía dependió más de los avances técnicos que de los conocimientos tecnológicos,

algo más tarde los conocimientos científicos comenzaron a ser utilizados, y cada vez con mayor frecuencia, para crear tecnología. El descubrimiento o la comprensión de los mecanismos de ciertos fenómenos naturales por la ciencia derivaba más pronto que tarde en su utilización práctica, lo cual, si bien en algunas ocasiones mejoró la vida de las poblaciones, en todas ellas prestó un servicio impagable a los beneficiarios de las corporaciones.

Fue sobre todo a raíz del descubrimiento del electromagnetismo por Faraday y del posterior establecimiento de sus leyes por Maxwell en 1865 cuando la ciencia comenzó a ser utilizada masivamente en provecho de la tecnología y del capital. El tecnólogo Edison, un poco más joven que Maxwell, fue el primero en aplicar aquellos conocimientos. La idea de utilizar filamento de carbono para crear la primera bombilla en 1879 dio el pistoletazo de salida a una nueva época en la que la ingeniería adquirió un tremendo auge. El capital y la tecnología unidos aprovecharon a partir de esos momentos y de forma creciente cualquier hallazgo científico del que se pudiera obtener una aplicación comercializable. Se crearon laboratorios de investigación industrial financiados por los mercados alimentados por las bolsas. General Electric, por ejemplo, creó su propio laboratorio para investigar «las aplicaciones comerciales de los nuevos principios», e incluso para hacer «investigación original que abriera nuevos campos rentables».[79] Estas compañías se beneficiaban también de la implementación de sus propios descubrimientos, como ocurrió con la electrificación, los nuevos sistemas de transporte, de comunicación, etc., que ellos mismos procuraban a los estados.

La unión de la tecnología como proveedora de inventos —ya fueran máquinas, aparatos o procedimientos— y el capital dispuesto a utilizarlos en beneficio de las corporaciones representó un cambio económico y social que modificó sustancialmente la vida. Y no solo en Inglaterra, ni siquiera solo en Europa o en Estados Unidos, ya que muchas de estas corporaciones explotaban las materias primas obtenidas en los países colonizados, con lo cual su impacto se extendió también, aunque de distinta forma, a las colonias en Asia, América y África. Se abrió entonces la posibilidad al fenómeno hoy tan común de que una empresa llegara a ser más poderosa que el

Estado en el que surgió o que los estados en los que operaba, bien para obtener materias primas, para explotar personas o para comercializar productos.

Sin embargo, de la ciencia ficción optimista de Julio Verne pronto se pasó a la pesimista de Huxley, de Chaplin, de Orwell o de Bradbury, entre otros muchos, quienes, aleccionados por las guerras mundiales, advirtieron de los efectos negativos de ese uso de la tecnología y de la producción de masas. Especialmente tras la Segunda Guerra Mundial y la creación de la bomba atómica, las voces críticas aumentaron y pusieron en entredicho el sueño de Francis Bacon y el ingenuo entusiasmo de sus seguidores. Pero al mismo tiempo se producía una aceleración tecnológica sin precedentes. La idea del *laissez faire* económico introducida a finales del siglo XVIII y culminada en los años ochenta del siglo XX bajo los mandatos de Ronald Reagan en Estados Unidos y Margaret Thatcher en Reino Unido, cuando el conjunto tecnología-mercado se liberó sin complejos del control que aún existía por parte de los gobiernos, ha dejado como único impulso rector a la ganancia.

III

La ciencia desde dentro

1
LA HUMILDAD DE LA CIENCIA

Sí, ya lo sé, es un título chocante. No es la impresión que dan muchos científicos cuando tratan de explicar en los medios sus hallazgos. Algunos ensalzan su descubrimiento más allá de su dimensión real, otros lo explican de manera que generan más desconcierto que comprensión y no siempre mencionan a los colaboradores. En cualquier caso, la ciencia y los científicos aparecen hoy ante el profano como algo lejano, inalcanzable y prestigioso o sospechoso según las opiniones de cada cual. Sin embargo, nos referimos ahora a la posición de la ciencia y de los científicos en el marco general de los conocimientos y según se ha desarrollado a lo largo de la historia. Ahí es donde encontraremos los rasgos de la ciencia que justifican el título del capítulo.

La ciencia es consciente de su limitación para hallar respuestas globales; por eso se va haciendo preguntas poco a poco. Aunque muchos se lleven las manos a la cabeza con los avances de la ciencia, el científico es del todo consciente de la pequeñez de sus pasos —otra cosa es que trate de engrandecerlos como estrategia para conseguir financiación o prestigio personal—. Su base es la observación paciente y exacta de los fenómenos, la puesta a prueba mediante experimentos de las hipótesis inspiradas por dicha observación y la exposición permanente al pensamiento crítico de otros científicos coetáneos o futuros. Y son estas restricciones la causa de su éxito y fertilidad.

A pesar de tener como objeto de estudio la totalidad de la naturaleza, la ciencia siempre indaga un problema concreto y bien delimitado. Aunque de vez en cuando surjan grandes teorías, como la evolución de las especies o la relatividad, la mayoría de los

científicos se dedica a investigar problemas como el efecto de la molécula A sobre el proceso B en la especie C, o el comportamiento sexual de la colonia de bonobos X en la selva Y. Es decir, se trata de responder a preguntas terriblemente concretas pero que, junto con otras observaciones de otros laboratorios en distintos países o en distintos momentos, podrían dar lugar a la elaboración de un cuadro cargado de sentido que ayudara a comprender una determinada realidad. Ya gustarían los espíritus científicos del hallazgo de respuestas globales, pero conocen sus limitaciones y no se llaman a engaño. El problema que aborda el científico es delimitado, diríamos que pequeñísimo y, aun así, lleno de dificultades porque, ante todo, no debe dejarse engañar por las apariencias.

La ciencia es un empeño humilde no solo por la concreción de su pregunta sino también porque, por muy individualista o vanidoso o soberbio que sea el carácter del científico, no puede dejar de considerarse un eslabón más de una tarea colectiva y acumulativa. Todo trabajo científico se emprende a partir del punto en que lo dejaron los que antes se ocuparon del mismo problema, se lleva a cabo con colaboradores —rara vez un hallazgo importante es obra de una mente solitaria— y se completa con colegas venideros. El astrónomo Hiparco, que tuvo la oportunidad de acceder a datos antiguos y la capacidad de interpretarlos al compararlos con los de su propia época, en su comentario a Arato incluye a los astrónomos del pasado y del futuro cuando dice: «Me propuse esta tarea no por el deseo de obtener reputación ante los demás —lo cual sería un motivo estéril y egoísta, mientras que yo por el contrario sostengo que debemos estar agradecidos a todos aquellos que emprenden una tarea de beneficio común para todos— sino para que ningún entusiasta del saber deje de llegar a la verdad sobre los fenómenos que ocurren en el universo». La construcción por pasos sucesivos ha continuado a lo largo de la historia científica. Trasladándonos al siglo XX, Henrietta Leavitt inventó una técnica para medir la distancia de las nebulosas, con la que confirmó que se hallaban muy lejos, fuera de nuestra galaxia. Utilizando la técnica de Leavitt, Edwin Hubble descubrió que las nebulosas no estaban fijas, sino que se alejaban.

A partir de esa información, Georges Lemaître dedujo en 1927 que si el universo se expandía, antes había sido más pequeño y algo provocó su expansión, de donde surgió la teoría del Big Bang.

Lo más frecuente es que, a partir de varias observaciones y experimentos hechos por distintos laboratorios, se establezcan leyes que más adelante se conviertan en teorías, en un proceso colectivo de unificación. Sin salir de la astronomía, las observaciones del mismo Hiparco recopiladas por Ptolomeo junto a las de otros astrónomos permitieron a Kepler establecer las leyes que rigen el movimiento de los planetas, las cuales eran compatibles con la teoría copernicana. Casi al mismo tiempo Galileo determinaba las leyes que explicaban la caída de los cuerpos por acción de la gravedad. Ambos fenómenos —el movimiento de los planetas y la caída de los graves —, así como las leyes que daban cuenta de ellos, fueron unificados por Newton en su teoría de la gravitación universal.

También ocurre a veces que a partir de una teoría se haga una predicción que puedan confirmar generaciones posteriores. Así, el físico teórico británico Peter Higgs comunicó en los años sesenta del pasado siglo que debía existir una partícula subatómica con determinadas características. Su hipótesis resultó cierta cuando otros físicos confirmaron en 2012 la realidad de tal partícula, que fue denominada bosón de Higgs.

El carácter colectivo del trabajo científico plantea a veces conflictos respecto al reconocimiento de las autorías. Este fenómeno ha tenido variantes muy curiosas a lo largo de la historia. En la antigua Grecia no era extraño que, cuando alguien escribía un libro, en lugar de poner su nombre pusiera el de un autor famoso, con la idea de que de esa forma su contenido sería más leído y perduraría en el tiempo.[80] En la época de Galileo, según él mismo refiere, se producía a veces el fenómeno contrario. Algunos, dice, «se hacen pasar por autores de las invenciones de otros, con tal que no sean tan antiguas y hechas públicas de modo que ya sean de sobra conocidas por todos».[81] En el siglo XIX, cuando cada autor firmaba sus propios libros, no era este el caso general de las autoras, cuyas obras aparecían a veces como anónimas o con la frase «by a lady».

[82] Actualmente la norma es que los artículos científicos estén firmados por todas las personas que han participado en su elaboración, aunque no son infrecuentes las disparidades de criterios respecto al orden de las firmas, que deben corresponder al valor relativo de cada una de dichas contribuciones.

La ciencia es transcultural. En la Antigüedad hubo numerosos intercambios de conocimientos científicos entre babilonios, egipcios y griegos. Y en todas las épocas de las que tenemos registros se han cruzado misivas entre científicos de distintos países en torno a los temas en discusión en cada momento. La investigación de la electricidad ofrece un interesante ejemplo del mosaico cultural que construye la ciencia. El primer antecedente fue el conocimiento por parte de los griegos de la atracción que ejercía el ámbar (*elektron*) sobre objetos ligeros, fenómeno que el francés Coulomb en el siglo XVIII describió de forma matemática y denominó fuerza electrostática. Ya en el siglo XIX participaron el italiano Volta, el francés Ampère, el alemán Ohm o el inglés Faraday, entre los más conocidos, hasta que todas las observaciones y experimentos de algunos, así como las leyes elaboradas por otros, fueron unificadas en la teoría electromagnética del escocés Maxwell.

La transculturalidad necesita un lenguaje común, que en la Antigüedad fue el griego, en la Edad Moderna el latín[83] y actualmente el inglés. He oído a algunos criticar que esto sea así, pues lo interpretan como un menosprecio a las lenguas propias. Pero ¿cómo se haría entonces el intercambio necesario para llevar a cabo la construcción colectiva que es la ciencia? Pobre sería el conocimiento si tuviera que desarrollarse en nichos lingüísticos aislados. No obstante, esa queja se está quedando obsoleta, ya que hoy el inglés se impone no solo para la ciencia, sino para los negocios en un mundo globalizado, e incluso los que antes se quejaban acuden raudos a las academias para aprender.

La veracidad de una teoría científica no se puede demostrar como se hace con un teorema matemático, sino que solo se puede comprobar empíricamente a partir de observaciones y experimentos. El número de estos es muy variable. Mientras en física suelen ser escasos y precisos —solo tres observaciones confirmaron la teoría de la relatividad general de Einstein—, en biología, dada la variabilidad que existe en los seres vivos, suelen ser necesarios muchos más casos. Cuando un grupo de investigadores publica unos resultados que llevan a una conclusión, o incluso a elaborar leyes o a proponer una teoría, otros laboratorios deben ser capaces de confirmarlos reproduciendo los mismos experimentos u otros equivalentes que conduzcan a la misma conclusión. El científico debe estar también atento a no influir en el objeto que estudia, distanciarse de él, no introducir ningún sesgo, o sea, hacerse invisible. Solo así conseguirá que la validez de los resultados, o de la teoría que de ellos se deduzca, sea universal.

En ciencia los modelos son siempre aproximativos y las teorías provisionales. Cuando algún científico parece haber proporcionado una explicación completa o definitiva de un fenómeno, es solo cuestión de tiempo que una nueva explicación se imponga. En general, las teorías físicas están asociadas a distintos modelos de la naturaleza. Así, la teoría «la Tierra es plana» en un momento dado fue sustituida por «la Tierra es esférica». Igualmente, la teoría de la gravitación universal de Newton, que durante casi tres siglos pareció definir las claves que explicaban el equilibrio del universo, fue sustituida por la visión más global de Einstein, que superaba los conceptos de espacio y de tiempo absolutos en los que se basaba Newton, y que era válida también para las nuevas escalas de distancia y velocidades del nuevo universo. En estos casos, no era tanto que las teorías anteriores fueran erróneas, sino que los modelos de la naturaleza se habían ido ampliando y el ámbito de aplicación de las viejas teorías se quedaba pequeño. La física de Newton sigue siendo válida y de hecho se sigue utilizando, por ejemplo, para los desplazamientos dentro de la atmósfera terrestre de cualquier objeto volador, porque es de más sencilla aplicación que la de Einstein. E incluso la teoría según la cual «la Tierra es plana»

sigue siendo válida para las distancias muy cortas. De hecho, y aunque no sean conscientes de ello, es la que utilizan los arquitectos y los ingenieros cuando elaboran un proyecto. El propio Einstein —o quizá su coautor Infeld— explica muy bien este proceso cuando escribe:

> Crear una nueva teoría no es como destruir un viejo granero para levantar en su lugar un rascacielos. Es más bien como escalar una montaña y gozar, a medida que ascendemos, de nuevas y más amplias vistas, descubriendo relaciones inesperadas entre el punto de partida y la riqueza del entorno. Pero el punto de partida sigue existiendo y lo vemos, aunque resulte cada vez más pequeño y llegue a convertirse en una parte diminuta de esa amplia visión conquistada tras superar los obstáculos del azaroso ascenso.[84]

Se diría que el autor de estas frases tenía presentes las de Alexander von Humboldt cuando describía su ascenso al volcán Chimborazo y la visión de conjunto de la naturaleza que adquirió desde su cima. [85]

El científico sabe que la verdad a la que ha llegado puede ser desmentida, es «falsable», como la llamó Karl Popper. Eso significa que alguien más tarde podrá demostrar que la teoría es errónea. Mientras que toda teoría científica es provisional, su refutación es definitiva. Es posible que la ciencia sea la única actividad humana en la que cambiar de verdad no es un descrédito ni una vergüenza.

Por eso, muchas grandes mentes científicas, en lugar de vanagloriarse o hacerse valer, como vemos con frecuencia en otros ámbitos, son cautelosas en grado sumo. Valgan como ejemplos los inicios de dos bombas científicas. Darwin comienza *El origen de las especies* contando cómo durante su viaje le llamaron la atención ciertos hechos que parecían arrojar luz sobre el misterio del origen de las especies, y se le ocurrió «que acaso podría llegar a descifrarse un poco esta cuestión acumulando con paciencia todos los hechos que pudiesen tener quizá alguna relación con ella y reflexionando sobre ellos. Al cabo de cinco años de trabajo me permití discurrir de manera especulativa sobre esta materia». Más breve, Einstein dice

en la introducción a su artículo de 1905 sobre la luz: «Me parece que las observaciones sobre la fluorescencia [y cita varias] se comprenden mejor si suponemos que la energía de la luz se distribuye en el espacio de una manera discontinua». No pienso que esos «acaso podría», «quizá», «me parece» o «si suponemos» sean impostados ni retóricos, sino propios de lo que he dado en llamar «la humildad de la ciencia».

Cualquiera que sea la época, en la ciencia siempre han sido necesarias personas que se empeñan en tipos de tareas diferentes: Mendeléyev clasificó y ordenó los elementos químicos; Newton estableció leyes que regían el movimiento de los planetas; Higgs predijo la existencia de una partícula que nunca encontró, pero que otros lo hicieron por él con posterioridad; el equipo dirigido por Montagnier identificó el virus responsable del sida. Todas ellas son tareas conceptual y metodológicamente muy diferentes, pero tienen en común su contribución a la visión más ajustada de la realidad del mundo que hemos sido capaces de encontrar.

A veces, el filósofo que hay detrás de muchos científicos, y que ha sido amablemente reprimido durante los periodos de dedicación investigadora, aflora en la madurez y escribe libros en los que, ya libre de los sistemas de control impuestos por la ciencia, intenta unir sus datos con una interpretación más globalizadora. Algunos de los ejemplos más conocidos son «*El azar y la necesidad*, del bioquímico Jacques Monod, o *El quark y el jaguar*», del físico Murray Gell-Mann, entre muchos otros. Es una especie de desahogo que compensa el estricto sometimiento anterior a las reglas de la indagación científica. Aun así, los viejos y sabios científicos saben que nunca llegarán a una verdad absoluta, que su esfuerzo solo conseguirá, en el mejor de los casos, disminuir el error, manejar la incertidumbre.

Utilicemos ahora como ejemplo de esa humildad del científico a alguien que investiga en alguna de las ramas de las ciencias biológicas, tan en boga en la actualidad. Él o ella sabe que, no ya su

objeto de investigación particular, ni siquiera el de su especialidad, sino el objeto de toda la biología, es decir, la llamada biosfera, no es más que una capa delgadísima que, animadamente, recubre la superficie de un pequeño planeta de uno de los sistemas solares de una de las múltiples galaxias de un universo del que nunca podremos conocer más que su pasado remoto.

En contraposición a todo lo anterior, el pensamiento religioso pretende que el hombre sea el rey de la creación, en contacto directo —pues a él se dirige y de él afirma obtener instrucciones e incluso inspiración— con el creador mismo. Creador al que se atribuye no se sabe si solo la Tierra o si también el sistema solar e incluso la total complejidad del universo. Y, según algunos, este habría fijado su atención en esa delgada capa verde y azul que rodeaba la superficie del tercero de los planetas de uno de los soles, y se habría alojado en ella durante unos instantes como si fuera uno de sus habitantes. Y todo esto se afirma con tal contundencia que muchos murieron por ponerlo en duda. ¿Es posible mayor osadía?

La humildad de la ciencia no se corresponde necesariamente con la de los científicos. La vanidad, la ambición, las rivalidades, la búsqueda de prestigio, etc., causan desviaciones de los humanos que se aventuran en la tarea investigadora. De ahí pueden surgir a veces injusticias, menosprecios, infravaloración de los colaboradores y, en los peores casos, presentación de resultados no suficientemente probados o incluso manipulados y falsos.

Los científicos no están vacunados contra el llamado por los psicólogos sesgo cognitivo de confirmación, que tiende a valorar más aquellos resultados experimentales que mejor se ajustan a las expectativas y viceversa. Quizá fue víctima de este sesgo el fraile agustino y naturalista Gregor Mendel, que en 1866 publicó un artículo en el que sentó las bases de la especialidad que posteriormente recibiría el nombre de genética. El artículo pasó sin pena ni gloria. Pocos lo leyeron y aún menos lo entendieron, y no fue hasta treinta años más tarde cuando se rescató e interpretó. No obstante, en 1936 otro científico que intentó reproducir sus

experimentos observó que los resultados de Mendel eran mejores que los que él obtenía y que se ajustaban más a sus expectativas que a la realidad.

Otras veces el sesgo cognitivo actúa no sobre el investigador, sino sobre la comunidad científica a la que presenta sus resultados. Paradigmático en este sentido es el caso del médico John Martyn Harlow, conocido sobre todo por su paciente Phineas Gage. Era este un trabajador de la empresa que construía el ferrocarril en Estados Unidos a mediados del siglo XIX. Un día en el que dinamitaban rocas para abrir paso a las obras, se produjo una explosión no controlada que hizo que una barra de hierro de unos dos centímetros de grosor le penetrara en diagonal desde la mejilla izquierda, afectando al ojo y a la zona frontal del cerebro. Phineas no solo no murió, sino que ni siquiera perdió el conocimiento y, una vez recuperado de las heridas, no presentaba secuelas aparentes salvo la pérdida del ojo, naturalmente. Pero Harlow, que lo atendió y siguió durante años, observó que la personalidad de Phineas había cambiado a raíz del accidente: no sabía cuándo un comentario era oportuno o no, ni cuándo debía inhibir su comportamiento según las circunstancias o las personas junto a las que se encontrara; insultaba sin venir a cuento, decía cosas soeces, etc., lo que le llevó a tener que abandonar su trabajo y su entorno social anterior. Pensó entonces el médico que la alteración de la conducta de Phineas podría ser consecuencia de la lesión de la parte frontal del cerebro, cuya función era entonces desconocida. No obstante, cuando presentó su hipótesis ante un congreso de especialistas, nadie le creyó. La comunidad científica, que no aceptaba resultados que no estuviera preparada para oír, actuó por un sesgo cognitivo e ignoró la evidencia que no se ajustaba a sus expectativas. La buena noticia es que, más pronto que tarde, la falsedad se pone de manifiesto y se impide su permanencia en la colectividad científica. Harlow siguió en contacto con su paciente y cuando este murió en 1861 consiguió y conservó su cráneo, que se encuentra actualmente en el museo de ciencia de la Universidad de Harvard. Con modernas técnicas de neuroimagen un grupo de investigadores hizo en los años noventa

del pasado siglo una reconstrucción tridimensional de la trayectoria del proyectil a partir del cráneo conservado y confirmaron la afectación de las cortezas prefrontales izquierda y derecha con un patrón que, según se había demostrado en los años intermedios, causa un déficit en la toma de decisiones racionales, así como en el procesamiento de las emociones.[86] Como decía Jorge Wagensberg, «el pecado científico, sea venial o mortal, siempre acaba saliendo a la luz».[87]

2
LA TIRANÍA DEL LIBRO

Curioso es, sin duda, que la civilización que probablemente más textos ha producido, la griega antigua, comience su andadura manifestando un gran recelo hacia la escritura. La desconfianza o incluso el rechazo de los griegos ante el uso de libros o textos escritos en general se pone de manifiesto en los protoejemplos de Palamedes o de Belerofonte.

Palamedes fue un héroe griego de la época de la guerra de Troya que no aparece en la *Ilíada*, aunque sí en escritos posteriores que recogen tradiciones antiguas no conservadas. Según cuenta Higinio, contribuyó con once letras a la construcción del alfabeto, y su muerte estuvo relacionada precisamente con la escritura. Dice que Odiseo, enfrentado a Palamedes posiblemente porque ambos competían en inteligencia, convenció a Agamenón de que, según había recibido de un oráculo, debían desalojar el campamento instalado en las afueras de Troya durante un día. Si se trataba de un oráculo no había más remedio que hacerle caso. Odiseo aprovechó la ausencia del personal para enterrar unas monedas de oro en la tienda de Palamedes. A continuación, entregó a un prisionero troyano una misiva cerrada para que la llevara a Príamo, rey de Troya, pero cuando aquel iba de camino lo mandó matar.

> Al día siguiente, al regresar el ejército al campamento, un soldado llevó a Agamenón la carta que había encontrado sobre el cadáver del frigio. En ella estaba escrito: «A Palamedes enviada por Príamo», y le prometía tanto oro cuanto Odiseo había enterrado bajo la tienda, con la condición de que traicionara al campamento de Agamenón, tal y como había convenido con él. Y así, tras haber sido conducido Palamedes ante el rey y haber negado el hecho, fueron a su tienda y desenterraron el oro. Cuando Agamenón lo vio, creyó que

era cierto. De este modo, Palamedes fue engañado por el ardid de Odiseo y, aunque era inocente, fue asesinado por el ejército en pleno.[88]

Sobre Belerofonte, la *Ilíada* nos cuenta que fue enviado a Licia por Petro, quien no queriendo matarlo él mismo «le entregó luctuosos signos, mortíferos la mayoría, que había grabado en una tablilla doble, y le mandó mostrárselas a su suegro, para que así pereciera».[89] Este héroe corrió mejor suerte, pues, tras superar numerosas pruebas, el suegro no se decidió tampoco a matarlo, reconociendo que debía ser hijo de un dios.

En la época clásica, cuando los escritos habían adquirido ya bastante popularidad, fue paradójicamente Platón, uno de los escritores más prolíficos, quien planteó en *Fedro* su recelo frente a la escritura y, por ende, a los libros. El autor hace decir a Sócrates que disponer de textos escritos impide el desarrollo de la memoria y que el libro no permite la refutación al autor ni las aclaraciones de este, es decir, el pensamiento vivo que se va generando y desarrollando en el diálogo entre hablantes-pensantes. La misma añoranza de la conversación viva que expresa Platón fue seguramente el móvil de otros muchos autores que, en particular en los comienzos de la Edad Moderna, pero también en otros momentos, presentaron de forma dialogada sus obras científicas o didácticas. Galileo, Valdés,[90] Boyle[91] o Jane Marcet,[92] entre otros, utilizaron esa modalidad.

Fue quizá por ese recelo que manifestaron algunos de sus autores más representativos por lo que entre los griegos nunca se estableció una verdadera «tiranía del libro», utilizando el término de Rudolf Pfeiffer,[93] como ocurrió en el mundo judío o más tarde entre cristianos y musulmanes, que adoptaron como libros «tiranos» la Biblia o el Corán. Los cristianos llegaron incluso a superar a los otros, pues no limitaron la «tiranía» a los libros en los que se basaban sus respectivas revelaciones, sino que, además de los testamentos antiguo y nuevo que contienen su fe, a finales de la Edad Media hicieron «tiranos» también a los libros escritos por Aristóteles. Se cumplió entonces el temor de Sócrates-Platón (y quién sabe si el propio Aristóteles participó de él). Por eso, en su *Diálogo sobre los dos máximos sistemas* Galileo plantea la

conversación de los tres personajes que participan en torno a las doctrinas de Aristóteles y no a la Biblia. Y fue esa oposición a Aristóteles basada en sus propias observaciones la que lo llevó a prisión. Y fue la renuncia a dichas evidencias la que lo libró de la muerte.

La ciencia necesita el libro, pero no como un tirano para fijar los conocimientos o las ideas, sino, por el contrario, para permitir que una idea que no ha podido ser rebatida en un momento dado lo pueda ser por generaciones futuras. Es necesaria la escritura porque el diálogo imprescindible para el desarrollo del pensamiento científico se establece necesariamente entre generaciones o incluso entre épocas distantes. Por eso los libros científicos están siempre abiertos, sin vocación de excesiva permanencia, imitando en lo posible el agonismo verbal que tanto gustaba a los griegos en un ágora ahora virtual. Son libros como voces, hechos para ser rebatidos, nunca para tiranizar.

Si bien hasta el siglo XVIII los científicos escribían sobre todo libros, desde que se crearon las sociedades científicas estos fueron sustituidos progresivamente por artículos que se publicaban junto con otros en revistas y describían experimentos concretos con todos los detalles metodológicos necesarios para que pudieran ser reproducidos y las hipótesis testadas. Esto permitía mayor rapidez a las publicaciones, acceso a un mayor número de personas y la posibilidad de discutir métodos y resultados entre los asistentes a una reunión de la sociedad de la que se tratara. Los grandes compendios o sistemas sí requerían un libro completo, como los *Principios* de Newton o *El origen de las especies* de Darwin.

Hoy lo habitual en ciencia es escribir artículos lo más rápidamente posible, editarlos y leerlos en versión digital, argumentar con colegas y competidores por correo electrónico o chats, asistir a congresos a veces por videoconferencia, etc. Como en otros aspectos, la inmediatez es el signo de los tiempos.

Ernesto Castro, filósofo y youtuber, ha dedicado una charla de casi dos horas de duración al libro de Irene Vallejo *El infinito en un junco*, y la titula «La fetichización del libro». Según él, el formato del libro sobre papel se ha convertido hoy en día en un fetiche, un objeto de culto. Imagino que, cuando se popularizó la imprenta, muchos se atarían sentimentalmente a los códices y continuarían utilizándolos y manoseándolos también como objetos de culto, y que antes de estos lo habrían hecho otros con los rollos de papiro cuando se produjo la transición al pergamino. No creo que muchos añoraran las tablillas de barro, pero puede que también algunos lo hicieran.

3
LA IDEOLOGÍA DEL CIENTÍFICO

Como el tema es espinoso, comienzo por definir «ideología». A partir de varios diccionarios, podríamos decir que es un conjunto de ideas fundamentales interpretadoras de la realidad, ya sean de tipo religioso, político o cultural, generalmente compartidas por un grupo al que confieren cierta identidad.

Decía Jorge Wagensberg que la ciencia es la forma de conocimiento que más se protege contra la ideología y las creencias de sus creadores. Una teoría científica debe ser objetiva y universal, válida para todos y no un reflejo de la mente de quien la crea. Aunque también añade: «Pero ya lo sabemos, las grietas del conocimiento se rellenan con pasta de ideología».[94]

Una visión opuesta afirma que «es la pretensión de la ciencia de constituirse en metadiscurso verdadero por encima de las ideologías, saberes y opiniones particulares la que la constituye como ideología dominante».[95]

La ciencia no es un conjunto de ideas fijas, sino una actitud en la búsqueda de la verdad. Su método implica desconfianza, recelo, por lo que exige comprobación por otros de lo que alguien ha descubierto, y cualquier teoría que se elabora está abierta a que se demuestre su falsedad. ¿Qué ideología tiene estas características?

Lo que ocurre es que la ciencia forma parte de la cultura y, cuando, a raíz de un descubrimiento, se propone una nueva teoría científica en una sociedad, esta la asimila y la incorpora, según convenga, bien a la ideología dominante o bien a las alternativas que están en fase de germinación. Y son por lo general personas ajenas al ámbito de la ciencia las que utilizan algunas teorías científicas, o más bien la interpretación que hacen de ellas, para, sacándolas de

su contexto, elaborar sus proposiciones en apoyo y beneficio de sus ideologías.

Cuando Darwin elaboró la teoría de la evolución se basó en la observación minuciosa de numerosísimas especies, vivas y fósiles, a lo largo de muchos años. Tanto *El origen de las especies* como, sobre todo, *El origen del hombre* supusieron en su momento un ataque frontal y definitivo a la ideología creacionista y al antropocentrismo imperantes en la sociedad británica, hasta el punto de que, consciente de ello, Darwin tardó años en decidirse a publicar sus hallazgos.

Pero no hay mal que por bien no venga, pareció decidir la cultura que acogió la nueva teoría de Darwin. Y enseguida se produjo un proceso que podríamos llamar de «culturización» de la ciencia, en el que divulgadores, filósofos, analistas, etc., interpretaron la teoría científica a la luz de una ideología no ya religiosa, sino económica —no olvidemos que las ideas religiosas coexistían con el capitalismo industrial—, y con ella pretendieron legitimar las ideas ya existentes en la sociedad del momento sobre la competencia y la ley del más fuerte.

La teoría de la evolución no era una ideología, pero fue utilizada por una ideología en su beneficio. Darwin había dilatado su publicación por temor a la reacción de los anglicanos conservadores, pero posiblemente no pudo prever la utilización de aquello que había meditado durante tantos años por el capitalismo industrial y mercantil emergente, para el cual aquellas ideas de competencia y de triunfo del más fuerte eran más que convenientes.[96]

Otra ideología que impregna y contamina la ciencia, aunque a veces es difícil de reconocer, es la teleología, la idea de que las cosas ocurren no por una causa, sino para un fin. Cuando preguntaba a mis alumnos o alumnas «¿por qué aumenta la frecuencia cardiaca —o dicho en términos más comunes, por qué se acelera el corazón— ante un peligro?», una respuesta frecuente era «para que estemos preparados para huir o enfrentarnos a él». «¡No pregunto para qué, pregunto por qué! —les decía—. ¡Se trata de las causas!». Finalmente, alguien respondía: «Ante una situación de peligro, el cerebro, capaz de recibir la información que llega del exterior y

procesarla, activa las terminaciones nerviosas que llegan al corazón y provoca la liberación de un neurotransmisor excitador que es la causa directa de la aceleración del ritmo cardiaco». ¡Bingo! La teleología implica, aunque quien la utilizaba en su respuesta no era consciente de ello, que existe una voluntad externa que dispone todo para que las cosas sean como son. ¡Pura ideología!

El rechazo tenaz con el que fueron acogidos el heliocentrismo, la teoría de la evolución de las especies, la idea de que el cerebro es responsable de la personalidad, las distintas manifestaciones de la inteligencia animal, etc., por parte de las sociedades científicas en los momentos en que estas teorías se plantearon por primera vez es un ejemplo claro de cómo los científicos, a su pesar, han sido también deudores de su ideología en casi todas las épocas, pero también de cómo la evidencia científica va venciendo poco a poco a esas ideologías.

En las últimas décadas, la etología es una de las ciencias en las que la ideología tiene más riesgo de entrar en juego.[97] Veamos un poco de su historia en relación con los primates. Jordi Sabater i Pi, introductor de la disciplina en España, se marchó con dieciocho años y sin estudios a Guinea Ecuatorial en 1940, huyendo de la terrible posguerra española. Permaneció allí casi treinta años, parte de los cuales los empleó en adentrarse con un guía en la jungla en seguimiento y observación de la conducta de gorilas y chimpancés en su medio natural.[98] Pocos años más tarde, Jane Goodall estudió a los chimpancés en Kenia, Dian Fossey convivió con gorilas en Ruanda y Birutė Mary Galdikas con orangutanes en Borneo. Todos estos estudios en el medio natural de los animales y considerándolos como individuos, no ya buscando comportamientos puramente instintivos, sino signos de inteligencia y transmisión cultural, cambiaron radicalmente las ideas antropomórficas que habían imperado hasta ese momento.

Quizá no sea ajeno a ello el curioso hecho de que ninguno de los que desarrollaron estos trabajos de campo tenía estudios académicos previos sobre el tema. Hicieron una inmersión en su

objeto de estudio y, solo tras su regreso, ingresaron en la universidad, se graduaron y se doctoraron. Esto posiblemente evitó un sesgo en la interpretación de lo que observaban. Porque hay científicos fuera de la academia y numerosos académicos sin el menor espíritu científico.

Sin embargo, el antropocentrismo y su derivado, el antropomorfismo, ideológicos ambos, son muy poderosos. No ha dejado de sorprenderme que la propia Goodall, que tras sus años de estudio se ha convertido en activista de la causa de los chimpancés, cuando hace documentales con esta finalidad trata de conmover al espectador proyectando sobre los animales características emocionales humanas. Es decir, la científica se ha impregnado de ideología. Actualmente existen observaciones que revelan rasgos de inteligencia en pulpos o en gallinas y otras especies sin que se generen paralelismos con los humanos ni tampoco entre sí. No hay que buscar, creo, en los animales características humanas, sino las suyas propias. Y serán inteligentes en la medida en que utilicen estrategias para adaptarse a los cambios ambientales, si bien es lógico que, cuanto más próximos al humano, más características compartirán y más fáciles serán de discernir.

Las ideologías inevitablemente crean un telón de fondo que permea la ciencia y la filosofía, y determinan la sensibilidad desde la que se construyen. Pero tanto una como otra, y especialmente la ciencia, deben resistirse a ello.

4
LENGUAJE CIENTÍFICO FRENTE A LENGUAJE HUMANO

En una conferencia impartida en 2011 en la Facultad de Filosofía y Letras de Cádiz por un profesor de Antropología español radicado en Brasil, me sorprendió su afirmación de que la antropología «no utiliza un lenguaje científico, sino un lenguaje humano». Esa oposición me chirrió en lo más profundo, pues entiendo que el lenguaje científico se pueda oponer al coloquial o al místico o al literario o al militar o al poético o a otros muchos, pero todos ellos son igualmente lenguajes humanos.

El lenguaje científico ha estado presente desde los comienzos mismos de los documentos escritos, como atestiguan numerosas tablillas de arcilla mesopotámicas en las que se sigue la evolución de los movimientos de los planetas, en los papiros egipcios en los que se describen enfermedades, en los filósofos milesios que se preguntaban por el principio del que surgió el mundo, y quién sabe si antes aún tuvo alguna forma de expresión en las marcas encontradas sobre huesos, colmillos o rocas cuyo significado no ha podido descifrarse. Nunca dejó el hombre de expresar su curiosidad científica, aun en las épocas consideradas oscuras.

Afortunadamente, pocos días más tarde me reconfortó escuchar en una entrevista en la radio a una nieta del fisiólogo y político Juan Negrín, la cual, como si estuviera al tanto de mi desazón, dijo: «Mi abuelo era un humanista y por eso se hizo científico».

También leí por entonces en la introducción de *Homo necans*, el estudio antropológico de Walter Burkert sobre la religión griega, que «el lenguaje de la ciencia es el que ha demostrado ser más

transcultural y generalmente comprensible. Su práctica está determinada por la ciencia natural en su sentido más amplio y su sistema de reglas se ciñe a la lógica».

La idea errónea de que lo científico no es «humano» sino algo impostado podría atribuirse a que el vocabulario actual de las llamadas ciencias duras es, a veces, muy especializado y difícil de entender para el profano. Pero también hay otros tipos de argots, ya sean populares o elitistas, que jamás se considerarían no humanos. Si, como hemos visto anteriormente, entendemos como ciencia la curiosidad que genera preguntas sobre el mundo natural, su origen, las leyes que lo rigen, los seres que lo habitan, los cálculos que permiten valorar sus dimensiones, etc., sin recurrir para darles respuestas a los relatos tradicionales sino tratando de averiguarlas mediante el razonamiento, la medida y la experimentación, entonces la ciencia —la *epistéme* griega— es tan vieja como la especie.

En el siglo I a. C. Vitruvio, en su tratado *De architectura*, cuenta que «Aristipo, discípulo de Sócrates, tras naufragar en las costas de Rodas, observó figuras geométricas dibujadas en la arena y exclamó: "¡Podemos abrigar esperanzas, pues estas son señales humanas!"».[99] Interesante debió encontrar esta anécdota sobre el humanismo de la geometría David Gregory, el editor de Oxford que en 1703 decidió ilustrar con dicha escena el frontispicio de los *Elementos* de Euclides.[100]

La búsqueda de la verdad utilizando herramientas exclusivas de los humanos, la observación de la naturaleza a partir de los sentidos a la vez que recelando de ellos y poniéndolos a prueba mediante experimentos, ¿existe algo que se pueda considerar más genuinamente humano?

El filósofo Carlos Nieto Blanco dice en *La religión contingente*: «Los procesos históricos, por ser humanos, son dialécticos, pues su desarrollo esconde consecuencias opuestas a sus causas iniciales, dado que en su despliegue se tropiezan con la aparición de elementos que niegan los afirmados en sus orígenes, dando con ello ocasión a un resultado irónico o paradójico».[101] Casi se podría aplicar la misma frase referida a la ciencia: «Los procesos científicos

—diríamos—, por ser humanos, son dialécticos, pues una teoría inicial puede encontrar en su desarrollo obstáculos que demuestran su falsedad, lo que provoca su sustitución por una teoría nueva». En este caso el resultado no es paradójico, ya que ese era el destino de la teoría científica desde que se formuló. La dialéctica forma parte de la esencia de la ciencia. En este sentido, ¿hay algo más humano?

Sin embargo, en aquella audiencia formada por profesores y alumnos de la facultad de letras, nadie pareció sorprendido. La ciencia ha sido expulsada de las humanidades.[102] Su lenguaje se ha hecho tan extraño que ni se le reconoce.

Otra anécdota que ilustra los prejuicios frente a la ciencia tuvo lugar también en esa misma facultad. Durante un curso de psicolingüística, quizá una de las disciplinas más próximas a la ciencia entre las que allí se impartían, una profesora de neurociencias dio una breve charla sobre el conocimiento actual de los genes que intervienen en la facultad del lenguaje. Al terminar, una de las alumnas exclamó inocentemente con aire de sorpresa: «¡No, si hasta me estaba gustando!». No estaba en su imaginario la posibilidad de que una exposición científica pudiera producirle agrado. Ciencia/tedio, ciencia/ininteligible, ciencia/elitista: ese era su prejuicio.

Las ideas de que el lenguaje científico no es «humano» o de que la ciencia es necesariamente tediosa no solo son erróneas, sino que pueden ser peligrosas. Porque, si no reconocemos la ciencia como propia, si no la cuidamos como un bien común, otros se apoderarán de ella en su beneficio. Ese descuido permite que a veces oigamos o leamos en los medios mensajes que se disfrazan de ciencia para predicar lo que no son sino creencias, cuando no para hacer publicidad engañosa de determinados productos.

El escaso conocimiento científico por parte de muchos que no se dedican a la ciencia y la enajenación de la ciencia como herramienta de salvaguardia para los humanos la ha hecho caer en cierto descrédito para algunas personas con suficiente bagaje cultural en otros ámbitos. La ciencia bajo sospecha hace que algunos, para referirse a ella, utilicen la palabra «cientificismo», añadiéndole el sufijo propio de las doctrinas o las ideologías, algo de lo que la

ciencia trata de diferenciarse por todos los medios. También a veces sustituyen el término «científico» aplicado a una hipótesis, teoría o experimento por «cientificista», es decir, perteneciente a la doctrina, no digno de crédito. Y, lo que es aún más peligroso, en ese descrédito la ciencia ha ido acompañada por la herramienta humana en la que se basa: la razón. Y no es infrecuente que en el inconsciente social a veces la asociación razón/herramienta o razón/salvaguardia sea sustituida por las parejas razón/rigidez o razón/dominación.

Siempre me he preguntado a cuál de estos dos tipos de asociaciones corresponde la ambigüedad con la que se puede interpretar el grabado *El sueño de la razón* de Goya. ¿Aparecen los monstruos cuando la razón duerme y está ausente, o es que la razón crea monstruos al soñar con ellos? La razón solo a veces nos da certezas; otras, por el contrario, es la herramienta que más contribuye a la aceptación de la incertidumbre inherente a nuestra naturaleza y a la del mundo visto desde nuestras capacidades.

Aunque decimos que la ciencia tiene como objetivo la búsqueda de la verdad, incluso los científicos más honestamente convencidos de ello suelen tener un móvil más personal, casi siempre inconfesado, que conecta con alguna pasión en la que secretamente se complacen. Quizá la más común es la vanidad del reconocimiento, que se pone en evidencia muchas veces en escritos o en conferencias de investigadores. Pero también puede ser el placer de la competición, el ansia de fama, el deseo de poder y, especialmente en los últimos tiempos, el lucro. Todas también pasiones humanas. Personalmente, he tenido a veces la sensación de estar jugando cuando he escrito un proyecto o un artículo científico. Sé que no voy a dar una gran respuesta a un gran problema, sé que vosotros —los evaluadores o los revisores— tampoco lo hacéis, pero juntos practicamos un juego intelectual que nos excita y estimula. ¿No es acaso este un motor general en muchas acciones humanas, salvo para los engreídos que se engañan a sí mismos cuando intentan engañar a los demás? La práctica de la ciencia responde también a la necesidad psicológica de la tensión que se genera entre desear y alcanzar la meta. Al ser conscientes de que la meta máxima no se

alcanzará nunca, existe también la certeza de que nunca se extinguirá el deseo. Entonces, ¿no es humano ese lenguaje?

IV

La ciencia y los espejismos sociales

1

DEL MITO DE LA EDAD DE ORO AL MITO DEL PROGRESO

Entre los mitos fundacionales de distintas culturas se suelen encontrar dos tipos. Según uno de ellos, los tiempos primigenios fueron gloriosos, los hombres eran como dioses, felices y sin preocupaciones, y a partir de entonces todo fue a peor. Es el llamado mito de la Edad de Oro, que encontramos bien explícito en la tradición dominante en la antigua Grecia y, como una intención divina frustrada por el hombre, en la judeocristiana. El segundo es el mito del eterno retorno, quizá inspirado en la sucesión de las estaciones, que implica una nueva existencia después de la muerte a través de sucesivas reencarnaciones. Lo encontramos en algunas religiones orientales y también en las llamadas religiones mistéricas griegas, como las de los pitagóricos y los órficos.

El primero de ellos persistió, con más o menos penetración, en la cultura occidental, pero en un determinado momento fue sustituido por su contrario: el mito del progreso. En ese tránsito la ciencia desempeñó cierto papel. De ahí el interés por analizar ambos mitos en el contexto de este libro.

EL MITO DE LA EDAD DE ORO EN LOS TEXTOS

Hesíodo fue el primer autor que dedicó un extenso texto a la idea. [103] Según él, al principio, en tiempos de Crono, existía una estirpe de hombres dorados que vivían como dioses, libres de fatigas o tribulaciones; conseguían los frutos sin tener que trabajar la tierra, no envejecían y morían sumidos en un sueño. Posteriormente, desde que tomó el poder en el Olimpo griego, Zeus hizo varios intentos

fallidos de crear nuevas estirpes de humanos, hasta llegar a la quinta generación, la llamada estirpe de hierro, la actual, «entre los que yo hubiera preferido no estar», nos dice Hesíodo. Y continúa explicando cómo nunca se ven los humanos libres de fatigas y miserias, y tienen ásperas inquietudes, aunque a veces se mezclen alegrías con sus males. No hay aprecio entre ellos, reniegan de sus padres y los insultan, saquean las ciudades, no reconocen a los justos y honrados, sino al malhechor y al violento. Acompañados por la envidia, a los hombres mortales solo les quedan amargos sufrimientos.

La Grecia clásica hizo más bien oídos sordos a esta idea, como se verá más adelante, pero tras la muerte de Alejandro Magno resurgió. Unos veinte años tenía el geógrafo e historiador Dicearco de Mesina cuando murió el gran rey. No sabemos si fue la circunstancia de ese imperio efímero que desaparecía o si fue una cuestión personal, pero el caso es que en su libro *Vida de Grecia* retoma la idea de la Edad de Oro, cuando «todo nacía de su propio impulso, […] [los hombres] disponían de tiempo libre y llevaban una existencia carente de preocupaciones y fatigas […], no consumían alimentos que superaran a su naturaleza, ni mayores de los que convenían a la mesura […], no tenían pendencias ni revueltas porque no tenían ningún premio valioso por el que se entablara competencia. El rasgo principal de su vida lo constituía el ocio, la facilidad para cubrir sus necesidades, la salud, la paz y la amistad».[104] Según Dicearco, esa vida desapareció a causa de la codicia humana. La civilización y sus avances técnicos, escribe, se asociaron a la decadencia moral, a la pérdida de cohesión social y, en definitiva, a la guerra.

El mito de la Edad de Oro se perpetuó en el de la Arcadia feliz que aparece en los poetas helenísticos pastoriles y más tarde en las *Metamorfosis* de Ovidio o en las *Geórgicas* de Virgilio.

Los poetas renacentistas trajeron la idea a la literatura española y, algo más tarde, Don Quijote la evoca de manera un tanto particular ante un grupo de cabreros con los que comparte una comida en el campo. Terminada la carne, mientras beben vino y comen bellotas que los cabreros han extendido sobre unas pieles de oveja, da su propia versión sobre la dichosa edad dorada.

> No se llama así —dice— porque se alcanzase el oro sin fatiga alguna, sino porque los que en ella vivían ignoraban las palabras tuyo y mío. Todas las cosas eran comunes, el agua, la miel, estaban disponibles, así como los alcornoques proveían las cortezas para cubrir las casas. Paz, amistad, concordia. Las hermosas zagalas andaban por los valles en trenzas y en cabello, sin más vestidos que aquellos que eran menester para cubrir lo que la honestidad quiere que se cubra.

Y algo más adelante continúa por la nueva senda —casi contemporánea, podríamos decir— que acaba de abrir: «Las doncellas y la honestidad andaban por dondequiera sola y señera sin temor que la ajena desenvoltura le menoscabasen, y su perdición nacía de su propio gusto y voluntad».[105] Don Alonso lleva el mito de la Edad de Oro a su terreno: los caballeros andantes son necesarios para ayudar a las doncellas en la época de decadencia posterior.

En el siglo XIX, Friedrich Schiller expresa un posible motivo psicológico de la penetración del mito, la evocación de la infancia: «Todos los pueblos que tienen historia tienen un paraíso, un estado de inocencia, una edad de oro; y hasta cada hombre tiene un paraíso, su edad de oro, que él recuerda con más o menos fervor según el grado en que entre en su carácter el elemento poético».[106]

LA IDEA DE PROGRESO EN EL MUNDO ANTIGUO

Existe cierta discusión entre los helenistas sobre si los antiguos griegos tenían o no sentido del progreso. Los eruditos decimonónicos lo negaban, basándose en que ni siquiera existía una palabra que correspondiera a esa idea.[107]

Por otra parte, las herramientas que utilizaban, sobre todo en la navegación y en la guerra, permanecieron con escasas alteraciones durante siglos. En la *Odisea* se hacen alusiones a la habilidad de los carpinteros y Sócrates continuamente alaba la destreza de los artesanos, pero no aparecen novedades técnicas hasta la época

helenística y, aun así, son tratadas con recelo por los escritores y no parecen tener gran penetración en la sociedad.

Sin embargo, no fue muy largo el recorrido del mito de la Edad de Oro entre los griegos de la época clásica. Por el contrario, numerosos textos ponen de manifiesto que los hombres primitivos vivían en condiciones penosas que de una forma u otra pudieron superar.

Los tres grandes trágicos expresan con detalle cómo veían la situación desde la Atenas del siglo V a. C. Esquilo hace decir a Prometeo, el benefactor, refiriéndose a los hombres: «En un principio, cuando veían, veían en vano, y oyendo ellos no oían [...]. [108] No conocían las casas de adobe cocido al sol, ni la carpintería. Vivían bajo tierra en el fondo de unas grutas sin sol, como las raudas hormigas. Y no tenían signo seguro ni del invierno ni de la florida primavera ni del feraz verano».[109] Fue Prometeo quien los dotó de inteligencia, les enseñó los ortos y ocasos de las estrellas, los números y la unión de las letras en la escritura, los remedios curativos y los metales que se ocultaban bajo la tierra. Enganchó también el caballo al carro y «descubrió para los marinos los navíos de alas de lino que surcan los mares».[110] Un dios fue también, según Eurípides, quien sacó a los humanos de la penuria primitiva dándoles el entendimiento, la lengua, la lluvia para alimentar la tierra, y también las casas o las naves. «Yo alabo al dios que arrancó nuestra vida de un estado confuso y bestial».[111] Sófocles, por su parte, hizo desaparecer el papel de los dioses y, según él, fue el hombre por sí mismo quien mejoró sus condiciones de vida. En su tragedia *Antígona*, el coro canta cómo el hombre, gracias a su habilidad, destreza e ingenio ha conseguido navegar, trabajar la tierra, cazar, domesticar al caballo y al toro, y enseñarse a sí mismo «el lenguaje y el alado pensamiento».[112] Solo de la muerte no tendrá escapatoria, nos dice.

Demócrito atribuye el avance humano a la necesidad: «Una vez que [los humanos] descubrieron el fuego y otras cosas útiles, gradualmente fueron inventando técnicas y todo lo conducente a la vida en común. En general, el maestro de los hombres en todo fue

la pura necesidad, que instruía adecuadamente en todas las materias a una criatura bien dotada por la naturaleza y asistida en todo por sus manos, su lengua y la sagacidad de su mente».[113] Es interesante la referencia que hace a la naturaleza. Demócrito, como ya hemos visto, no era un poeta, sino un fisiólogo, un científico.

Los testimonios mostrados y otros muchos[114] dejan claro que los griegos de la época clásica no añoraban ya la Edad de Oro, sino que, por el contrario, consideraban que el hombre, bien con el auxilio de los dioses o con su solo esfuerzo y empujado por la necesidad, había avanzado hasta llegar a las condiciones de vida del siglo V a. C., incomparablemente mejores que las de cualquiera de sus antepasados. Era el optimismo propio de la democracia ateniense.

Pero ¿se podría considerar esto una idea de progreso? El concepto actual de progreso tiene dos dimensiones. En una dimensión histórica responde a la idea de que algo ha ido mejorando desde un momento anterior hasta la actualidad: el presente es mejor que el pasado. En ese sentido, los griegos sí tenían la idea de progreso, aunque no dispusieran de una palabra específica para designarlo. Según ellos, todo había ido mejorando hasta llegar a la Atenas del siglo V a. C. Pero nuestra idea de progreso también incluye una dimensión prospectiva: el convencimiento de que esa mejora continuará en el porvenir, de que el futuro será mejor que el presente. Los griegos no proyectaron hacia el futuro o, al menos, no dejaron testimonio de ello. Y ha sido esa falta de pronunciamiento sobre el futuro y sobre la idea de que este será mejor la que ha sugerido a muchos analistas que no tenían en absoluto la noción de progreso.

Existe, no obstante, una excepción, Lucrecio, que en los últimos años de la república romana continuó la tradición atomista ateniense. Él fue el único en la cultura clásica que creyó en el progreso tanto en el sentido histórico como en el prospectivo. En su obra *De la naturaleza* dice:

Nuevo es empero el mundo según pienso,

en la infancia está aún, y muy reciente
tiene la fecha: pues se perfeccionan
también algunas artes al presente,
y ahora se inventan otras; se adelanta
en la navegación bastante ahora;
inventaron los músicos ha poco
las voces y sonidos melodiosos;
esta naturaleza de las cosas
y esta filosofía ahora han nacido
y ahora soy yo mismo el que primero
puedo de ellas hablar en nuestra lengua.[115]

En la época imperial romana, la existencia de un poder absoluto y burocratizado, junto con la ausencia de un proyecto común y los lazos que este crea, fomentaron el individualismo, al tiempo que crecía la desigualdad y la visión del futuro se hacía más negativa. Ya no se estaba en el mejor de los mundos posibles ni había esperanzas colectivas. En estas circunstancias floreció el pensamiento estoico y también surgió y se expandió el cristianismo: el futuro se trasladaba a una hipotética vida ultraterrena. Marco Aurelio lo expresa claramente: «Nuestros sucesores no verán nada nuevo».

EL MITO DEL PROGRESO DE LA MODERNIDAD

En Occidente una nueva idea de progreso nace con la modernidad. La palabra se utiliza desde el siglo XVI en nuestra lengua, así como en las de nuestro entorno, pero es de la mano de la Ilustración cuando se aplica a la sociedad y adquiere el sentido de un avance lineal, irreversible y necesario.[116] Conlleva, por tanto, la certeza de que el futuro será mejor que el presente, justo lo contrario de lo que preconizaba Marco Aurelio. Y por oposición a lo que ocurría en la Grecia clásica, el progreso es ahora sobre todo una idea prospectiva más que histórica.

La Ilustración fue un periodo optimista. Se habían vencido en gran parte, y en distinto grado según los países, las trabas que la Iglesia ponía a cuanto se separara de su doctrina, se contaba con nuevos

conocimientos científicos e ideas filosóficas, se habían establecido las verdaderas dimensiones del mundo, etc. Los enciclopedistas concibieron el progreso en muy distintos aspectos: moral, político, social y científico. Se produjo un cambio de régimen y una renovación de las instituciones. Se retomó el concepto de ciudadano de las polis griegas y se proclamaron sus derechos haciéndolos extensivos a toda la población. La ciencia y la técnica estaban incluidas en el paquete, pero no fueron los elementos rectores. Todo estaba por hacer. Por eso sí miraban al futuro.

Condorcet, matemático ilustrado, murió en prisión en 1794, pero lleno de confianza: «Nuestras esperanzas sobre el porvenir de la especie humana se pueden reducir a tres puntos importantes: la eliminación de la desigualdad entre las naciones, los progresos de la igualdad dentro de un mismo pueblo y, en fin, el perfeccionamiento del hombre y su avance firme por la ruta de la verdad, la virtud y la felicidad».

Mientras que Francia se orientaba hacia el cambio político y social, Inglaterra inició un proceso de cambio en los sistemas de producción, primero en el mundo agrícola y más tarde en el industrial, en este caso de la mano de las nuevas técnicas disponibles, como los telares mecánicos o las máquinas de vapor. Cuando, algo más tarde, las industrias comenzaron a incorporar tecnologías novedosas fruto de los conocimientos científicos se produjo un nuevo salto cualitativo en la producción, lo cual reorientó la economía hacia la búsqueda de nuevos hallazgos que hicieran aún más rentables los procesos. La idea de tecnología se unió a la de beneficio y fue ese tándem el que comenzó a utilizar cada vez con mayor inmediatez cualquier hallazgo científico del momento susceptible de ser incorporado al nuevo sistema. Los hombres de negocios y los industriales se convirtieron entonces en los predicadores de una nueva religión basada en la fe en el progreso, que pasó a considerarse una característica natural del mundo civilizado. La electrificación, la mejora de las comunicaciones, la potabilización del agua, las vacunas o los antibióticos tuvieron gran repercusión en la vida de amplios sectores de la sociedad, que recibieron esos cambios como una bendición.

Fue entonces cuando la idea de progreso, aquella utopía surgida de la Ilustración, se transformó en el nuevo mito: la tecnología resolverá todos los problemas y los cambios que deriven de ella serán siempre para mejor. De ser una herramienta, la tecnología pasó a convertirse casi en una religión. Cada nuevo hallazgo tecnológico se acogía con entusiasmo y, si aún no existía una tecnología determinada, ahí estaría la ciencia para proveernos de ella.

Jean Perrin, premio Nobel de Física en 1926, lo expresaba bien en 1930, en la ceremonia de creación del organismo rector de la ciencia en Francia (precursor del actual Centre National de la Recherche Scientifique): «Posiblemente en las próximas décadas, si asumimos el pequeño sacrificio necesario, los hombres, liberados por la ciencia, vivirán felices y sanos, desarrollados hasta el límite de lo que dé de sí su cerebro. Será un paraíso que habrá que situar en el futuro en lugar de hacerlo en un pasado que fue miserable».[117]

EVOLUCIÓN DEL MITO DEL PROGRESO (DEL CAPITAL)

La recuperación económica tras la Segunda Guerra Mundial, la llamada sociedad del bienestar, generó un momento próspero y optimista en Europa. Ya las grandes esperanzas de Perrin no eran aceptables, pero ser moderno era creer en el progreso. Nuestros hijos vivirán mejor que nosotros, fue el nuevo dogma.

Se pensó entonces que el progreso tecnológico aumentaría la productividad y que, si los poderosos eran más ricos, los de abajo también lo serían; asimismo, que si la ciencia y la técnica continuaban progresando habría mejor calidad de vida. Pero la riqueza no se desbordó hacia abajo, y pronto estuvo claro que los avances científicos, en medicina, por ejemplo, no bastaban si no eran aplicables porque no había sistemas de salud eficientes para todos.

Hoy está claro que el progreso industrial y tecnológico es esencialmente un progreso del capital. Ya la idea de progreso se ha

desprovisto de los componentes morales o sociales que la caracterizaron en la Ilustración, incluso del optimismo que la acompañó en los periodos libres de guerras del siglo XX. Si el progreso del capital entra en conflicto con el de la sociedad o el de la naturaleza, es aquel el que prevalece. Se considera que hay progreso si la economía crece, sobre todo la de las clases que ostentan la propiedad, aunque ello conlleve un empeoramiento de las condiciones de vida de amplios sectores de la población. Primero fueron desposeídos los habitantes de las colonias, cuya explotación se pretendía compensar llevándoles una supuesta democracia, y más recientemente también los de las llamadas potencias del primer mundo, debido sobre todo a las deslocalizaciones industriales amparadas por el eufemismo de la globalización.

Aunque el mito del progreso se desarrolló en el siglo XIX y comienzos del XX en el seno de democracias liberales, se trató de una mera coincidencia, de un accidente, como lo prueba su implantación también en la Alemania nazi o en la Rusia soviética. Hoy el concepto se ha asentado en el capitalismo neoliberal, el sistema universal, sea democrático o no.

La imagen de progreso en la sociedad neoliberal, al mismo tiempo que se ha desvinculado de las ideas de moral, pensamiento, conocimiento, comunidad o bienestar social, ha adquirido una dependencia casi exclusiva del desarrollo tecnológico.

Como dice Eduard Aibar, al proyecto emancipador que significó la Ilustración, de insumisión al poder y combate contra la credulidad, se opone el proyecto modernizador, entendido como explotación y dominio de la naturaleza mediante la ciencia y la tecnología y su instrumentalización por el capitalismo industrial.[118]

El concepto de progreso que incorporaron Condorcet o el barón de Holbach como una utopía, la Arcadia del futuro, ha quedado totalmente desprestigiado. Hace apenas cincuenta años llamábamos progresista a una persona de ideas y actitudes avanzadas. Hoy el término es, cuando menos, ambiguo.

El desarrollo actual, querámoslo o no, tiene límites que impone la propia naturaleza, el planeta en que vivimos y todos sus habitantes.

Si la idea de progreso continúa unida a la de productividad a ultranza, consumo innecesario y crecimiento infinito, el mito del progreso como mejora habrá terminado definitivamente. Y puede que generaciones posteriores, desesperanzadas, recuperen el mito de la Edad de Oro.

2
LA LLAMADA «REVOLUCIÓN CIENTÍFICA»

Es curioso que tanto el movimiento político-social-cultural francés como el técnico-industrial-social inglés producidos a finales del siglo XVIII adoptaran el término revolución —francesa e industrial, respectivamente—. Hasta aquel momento, la palabra aludía al movimiento de los astros que regresan una y otra vez a su punto de partida, algo repetitivo y previsible; a partir de entonces pasó a designar también un cambio brusco y radical que se pretende irreversible. El cambio brusco afectó también al significado del término.

A mediados de siglo XX, el historiador de la ciencia Alexandre Koyré hizo uso de la misma palabra para designar —esta vez de forma retrospectiva— la transformación que se produjo en la ciencia entre mediados del siglo XVI y comienzos del XVIII, a la que llamó «revolución científica» y que, en su opinión, fue el cambio más profundo logrado por la mente humana desde la antigua Grecia. Esta nomenclatura ha tenido gran éxito y su uso es habitual entre científicos, filósofos e historiadores, aunque en los últimos años se han alzado algunas voces críticas.[119]

Nadie duda de la importancia que tuvieron muchos de los hallazgos de aquella época, en la que investigaron científicos de la talla de Copérnico, Galileo o Newton, pero creo que la denominación utilizada por Koyré induce a confusión más que a claridad. Por una parte, el uso del término «revolución» lleva a pensar en un movimiento brusco y coherente, cuando se refiere a un periodo de casi dos siglos en el que el pensamiento en general se abrió y se hizo diverso. Tampoco el cambio afectó solo a la ciencia, ni mucho

menos fue liderado por ella, sino que esta fue un ingrediente más de los varios que confluyeron en aquel periodo y que quedan minimizados por la denominación de Koyré. Dado que cronológicamente corresponde al inicio de la Edad Moderna, sugiere también la idea errónea de que la ciencia fue el detonante o, al menos, el motor fundamental de ese tránsito.

Muchos acontecimientos tuvieron lugar en aquella época y, sin duda, se influenciaron mutuamente.

Los prolegómenos de la Reforma, y la Reforma misma, minaron para siempre la autoridad indiscutible y pretendidamente universal de la jerarquía católica, y pusieron en tela de juicio ideas hasta entonces inamovibles. No olvidemos que san Pablo dejó escrito en la primera carta a los corintios: «Anularé el saber de los sabios, descartaré la cordura de los cuerdos», y también: «¿No ha demostrado Dios que el saber de este mundo es locura?».[120] En cambio, el espíritu luterano, al promover la interpretación libre de la Biblia, facilitó nuevos cauces al pensamiento.

No deja de sorprender cómo la Iglesia católica se sintió tan amenazada por la teoría heliocéntrica, cuando se trata de una cuestión que realmente no afectaba al mensaje de Jesús de Nazaret. El discurso moral de este podría haber sido el mismo si dicha teoría hubiera estado vigente en el siglo I. Pero ocurrió que la Iglesia con posterioridad generó dogmas que nada tenían que ver con aquella doctrina y que estaban imbuidos del estado del conocimiento en cada momento histórico, y fueron estos dogmas los que dieron lugar a su actitud inmovilista. Se trataba, por tanto, de un movimiento nada espiritual, aunque, al proceder de una religión, se interpretaba como tal.

Otro cambio importante de la época fueron los viajes y, especialmente, la circunnavegación de la Tierra, que alteró la concepción geográfica y precisó las dimensiones del planeta. Los primeros intelectuales renacentistas se habían dedicado sobre todo a recuperar la cultura del pasado. La idea de descubrir surgió mucho después, y es posible que fueran los nuevos descubrimientos

geográficos los que dieron al término el valor positivo que continúa teniendo lo nuevo o lo novedoso.

El pensamiento, tanto filosófico como científico, estimulado por la recuperación de los clásicos, así como por los nuevos acontecimientos, se expandió. Copérnico, Tycho Brahe, Galileo, Kepler o Newton en astronomía, Harvey en fisiología o Boyle en química proyectaron una nueva mirada hacia la naturaleza. Sin embargo, es probable que entonces, como ahora, los nuevos conocimientos científicos no fueran tan influyentes, sino que se limitaran a ocupar las mentes y a rellenar las páginas escritas por un reducido número de intelectuales.

Al igual que en el mundo religioso la Reforma no dio lugar a una Iglesia alternativa sino a varios grupos doctrinales con algunas características comunes y otras diferentes, pero que coincidían en su oposición a Roma, en el plano científico tampoco hubo una actitud única, salvo la de que se dejaron de considerar infalibles las interpretaciones aristotélicas que encorsetaban el conocimiento de la naturaleza tanto en sus métodos como en sus contenidos, impregnando todas las disciplinas y universidades. Así como la reforma protestante impulsaba que cada cristiano se enfrentara a la Biblia sin intermediarios, en el plano científico se impulsaba a leer de forma personal el libro de la naturaleza.

Por último, y quizá lo más importante, la imprenta aumentó significativamente el radio de influencia de cualquier idea o conocimiento nuevos. Antes, escribir no solo era peligroso, sino también complicado desde el punto de vista técnico. Al contar con una imprenta ya no era necesario copiar a mano cada ejemplar, y reunir en una biblioteca los temas de interés dejaba de ser una hazaña para convertirse en una empresa realizable si se disponía de recursos económicos. La imprenta significó un cambio cualitativo en muchas actividades, quizá sobre todo en la ciencia, para la cual la comunicación pública de los hallazgos es esencial. La imprenta multiplicó el número de destinatarios a los que llegaban simultáneamente los nuevos descubrimientos, y los lectores, a pesar de no conocer ni ser conocidos por el autor, se podían sentir interpelados a continuar su investigación a partir de aquellos. Una

situación del todo distinta a la que habían vivido Arquímedes y sus coetáneos, que escribían misivas y enviaban los manuscritos de sus libros a sus amigos y conocidos. Con la imprenta los libros se independizaron de los autores. La comunidad receptora se amplió, de manera que un lector anónimo podía comprobar o refutar lo publicado.

Sin embargo, a pesar de la variedad de cambios que se produjeron y que se influyeron entre sí, no hablamos de «revolución religiosa», de «revolución geográfica» ni de «revolución de las comunicaciones». Los supuestos protagonistas de la llamada «revolución científica» no fueron más conscientes de estar haciendo algo extraordinario de lo que lo fueron los protestantes, los navegantes y exploradores o los impresores y editores.

La idea de la revolución científica se basa también en la comparación de los avances producidos en los siglos que abarca con el estancamiento del periodo medieval y renacentista. Pero, aunque menos difundidos y con menos recursos, espíritus científicos jalonaron también la Edad Media. Porque si miramos a esa época, en la que aparentemente no ocurrió nada o casi nada relevante, encontramos también un goteo de individuos que hicieron aportaciones al avance del conocimiento, y seguramente hubo muchos otros de los que nada se ha conservado. Sabemos que Roger Bacon, en el siglo XIII, escribió su *Opus Majus* por la insistencia que puso en ello el papa Clemente IV, de origen francés y conocido suyo.[121] En aquella época de aparente carencia, ¿cuántos hubo como él cuyas ideas nunca se hicieron públicas o llegaron a un número reducido de personas y se perdieron por falta de copias de los manuscritos iniciales?

Nicolás de Oresme, en pleno siglo XIV, en su *Libro del cielo y del mundo*[122] ya planteó la posibilidad de que fuera la Tierra la que se movía y no el conjunto de los cuerpos celestes, pues, según afirmaba, los movimientos que se observan en los cielos serían iguales en ambos casos. El desplazamiento conjunto de tierra, agua

y aire evitaría el vendaval que padeceríamos de este a oeste augurado por los detractores del movimiento terrestre. También planteó una posible pluralidad de mundos. Aunque, como buen científico —o quizá porque también era obispo—, reconocía que existían argumentos en pro y en contra de sus propuestas.

Más de un siglo después, Copérnico guardaba celosamente su manuscrito. Lo había dedicado al pontífice Paulo III, pero, aun así, no se atrevía a publicarlo, y lo revisaba y retocaba a veces por temor a que la autoridad de Roma se ensañara con él y lo condenara por hereje. Copérnico fue comunicando algunas de sus ideas en cartas a amigos y discípulos, algunos de los cuales divulgaron sus propuestas. El libro completo, *Sobre las revoluciones de las esferas celestes*, no fue publicado hasta después de su muerte, en 1543, e inmediatamente se convirtió en la obra clave sobre el movimiento terrestre, no porque fuera el primero en proponerlo,[123] sino porque lo hizo en el momento en que la recepción de sus ideas pudo consolidarse.

Más tarde, Tycho Brahe consideró que los cuerpos celestes eran corruptibles, no esferas perfectas e inmutables como pensaba Aristóteles, y Giordano Bruno propuso que el Sol era una estrella más y que otros mundos eran posibles. El universo dejó de ser un todo cerrado y perfectamente ordenado para pasar a ser indeterminado y abierto. Sobre estas premisas construyó Galileo sus propias reflexiones.

Se dice a veces que una de las ideas motoras del movimiento intelectual que se produjo entre los siglos XVI y XVII fue la ruptura con el aristotelismo. Sin embargo, esta afirmación exige matizaciones. No se rebatió al Aristóteles de la época clásica más allá de lo que es habitual cuando una teoría científica sustituye a otra. Si bien la falsedad de la concepción aristotélica del universo celeste fue claramente demostrada y sustituida por la copernicana, otros muchos conocimientos de Aristóteles no fueron cuestionados, como sus observaciones sobre los animales, o muchos aspectos de

la metafísica, la política, etc. Más que a Aristóteles, a lo que se oponían los espíritus científicos del momento era a la utilización dogmática que la Iglesia hacía del aristotelismo, pues este no se explicaba mediante el análisis libre de los textos originales, sino siguiendo a los padres de la Iglesia que se ocuparon de ello. Por ese motivo sería más correcto decir que hubo una ruptura con el aristotelismo domesticado y adaptado que la escolástica había establecido y que la Iglesia de Roma había adoptado como una continuación del dogma católico.[124]

En efecto, hubo abundantes discusiones y enfrentamientos entre los que asumían la filosofía aristotélica adoptada por la Iglesia y los científicos o pensadores que encontraban incorrectas algunas de sus teorías y las rebatían. Galileo, el científico que más directamente sufrió las consecuencias de su oposición al aristotelismo eclesiástico, ridiculizó a los aristotélicos con mucho humor en su *Diálogo sobre los dos grandes sistemas*. Descartes los rechazó abiertamente en su *Discurso del método*, donde mostraba cómo el aprendizaje escolástico estaba completamente vacío. Estos y otros pensadores pusieron de manifiesto su distanciamiento de las doctrinas al uso y el carácter «innovador» de sus obras incluso desde los títulos que utilizaron para ellas. Así, Kepler escribió una *Astronomía nueva*, Galileo sus *Discursos y demostraciones matemáticas en torno a dos nuevas ciencias*, Boyle publicó *Nuevos experimentos*, Francis Bacon el *Novum organum*,[125] Pascal *Nuevos experimentos sobre el vacío*, etc.

Mientras en las universidades las actividades predominantes venían siendo el análisis, las disquisiciones y las discusiones en torno a las obras aristotélicas adaptadas, la generación que ya creció rodeada de libros impresos, que se sabía habitante de un mundo variopinto y en el que la mitad de Europa había dejado de considerar infalible al pontífice de Roma, comenzó a adoptar una estrategia diferente: estudiar los objetos mismos, no lo que otros escribieron sobre ellos.

En esto consistió la nueva manera de filosofar. Descartes buscó los conocimientos «dentro de mí mismo o quizá en el gran libro de la naturaleza». Para Harvey resultaba «degradante recibir instrucciones

de los comentarios de otros sin examinar los objetos mismos, cuando el libro de la naturaleza permanece abierto ante nosotros y es fácil de consultar». En resumen, el conocimiento tanto científico como filosófico volvió a obtenerse a partir de la experiencia directa, es decir, como lo hacían los antiguos, los presocráticos y los helenísticos. En este sentido no fue tanto una novedad, como se suele interpretar, sino más bien una recuperación.

Cuando el italiano Bernardino Telesio explicaba la materia en términos de frío y calor, o cuando el inglés William Gilbert lo hacía en términos de magnetismo, ¿no recuerdan el intento de los presocráticos por encontrar una fuerza unitaria que explicara el mundo? Por su parte, tanto Giordano Bruno como más adelante el francés Pierre Gassendi rescataron la teoría atomista de Demócrito, Epicuro y Lucrecio. Copérnico posiblemente conocía que el heliocentrismo había sido propuesto por Aristarco de Samos, pues era un humanista entusiasmado por los textos antiguos, y tanto Vesalio como Harvey recuperaron conocimientos de Galeno. La nueva ciencia continuaba basándose en los datos de las observaciones de los antiguos recientemente recuperadas.

Mirándolo con perspectiva histórica, lo sorprendente no fue tanto el desarrollo de la ciencia en ese periodo, sino el hecho de que durante varios siglos el conocimiento hubiera estado prohibido y resultara sospechoso. Curiosamente, los elogios al saber que hacen pensadores y poetas en el siglo XVII recuerdan bastante a los cantos al hombre y a sus conocimientos que aparecen en la *Antígona* de Sófocles o en el *Prometeo* de Esquilo, ya mencionados.[126] Desde este punto de vista también, más que de una revolución se trató de una restauración.

¿Y qué pensaban los protagonistas de esa cuestionada «revolución»? ¿Tenían conciencia de ser partícipes de tal evento como la tuvieron los revolucionarios franceses o los industriales ingleses de sus respectivas revoluciones? No muchos científicos de la época hicieron reflexiones generales, ocupados como estaban por sus investigaciones respectivas. Es más, aunque ciertamente abordaron aspectos de la naturaleza de forma experimental, no por

eso se desprendieron por completo de otras formas de conocimiento que venían siendo tradicionales como la astrología o la alquimia. [127] Fueron más bien los filósofos René Descartes y Francis Bacon los que, reflexionando sobre los resultados obtenidos por los científicos, contribuyeron en gran medida a su interpretación. Ambos se enorgullecieron de que en su época se iniciara una nueva forma más profunda de abordar la naturaleza que rompía con la de generaciones anteriores, y ambos también, imbuidos como estaban de la idea religiosa de la supremacía del hombre sobre la naturaleza, pensaron que este era su dueño y poseedor y que, por tanto, debía explotarla en su beneficio hasta el límite de sus conocimientos.[128]

3
LAS MANOS DE ESCHER

Es muy difícil que el pensamiento científico surja en una mente aislada. Normalmente lo hace en compañía, en el contexto de una cultura, de una organización social. Nos podemos entonces preguntar hasta qué punto la ciencia que se hace depende de las condiciones sociopolíticas de la sociedad que la alberga, así como en qué medida los descubrimientos científicos pueden ser motores de cambios políticos y sociales.

Nuestra relación con la naturaleza se decide en el plano cultural: donde Homero veía seres capaces de sufrir y defenderse, como le ocurría al río Escamandro en la *Ilíada*, nosotros, en el siglo XXI, vemos objetos naturales que creemos poder explotar, modificar o destruir. La ciencia estudia la naturaleza con curiosidad y respeto, pero los científicos trabajan en un entorno cultural al que no siempre pueden o saben sustraerse.

Aunque *a priori* lo más sensato es pensar que las influencias entre ciencia y cultura van en ambos sentidos —como las dos manos de Escher, que saliendo del plano del papel en el que están representadas se dibujan la una a la otra en una circunferencia sin fin—, quizá sea interesante reflexionar sobre un ejemplo concreto para el que se dispone de mucha información: las teorías sobre la evolución desarrolladas en los siglos XIX y XX.

Cuando Darwin inició sus estudios, la creencia dominante era que Dios, desde el principio, había creado la Tierra con todas sus características orográficas y todos sus habitantes, incluidas las

distintas especies animales, tal como eran en el siglo XIX, y como una preparación para su obra cumbre: el hombre. Pero ya en la década de 1830 el geólogo Charles Lyell había sembrado algunas dudas al defender que la faz de la Tierra no era fija sino cambiante y consecuencia de fenómenos geológicos pasados y presentes, tales como terremotos, vientos, volcanes, etc. El gran hallazgo de Darwin y Wallace fue demostrar en la naturaleza viva un dinamismo semejante: las especies animales no eran inmutables, sino que estaban sometidas a cambios debidos a leyes naturales.

No era la primera vez que la idea aparecía. Algunos ya la habían manifestado antes, e incluso Lamarck había buscado una hipótesis para explicarla.[129] El propio abuelo de Darwin, Erasmus Darwin, defendía el evolucionismo. Pero eran ideas intuitivas o filosóficas, sin bases científicas reales y, por supuesto, rechazadas por la sociedad victoriana.

Si se analiza el contexto social en el que Darwin y Wallace desvelaron sus hallazgos, se puede constatar cómo, tanto antes como después de su publicación, distintos sociólogos liberales estaban buscando un soporte biológico que diera peso a sus argumentos. La ciencia había adquirido prestigio y algunos filósofos intentaban encontrar leyes equivalentes a las de Newton aplicables a las sociedades humanas. Cuando surgió la teoría científica de la evolución de las especies y la selección natural, obviamente, la interpretaron a su favor.

Desde el comienzo de la sociedad de mercado, que dejó a los ingleses a merced de los vaivenes producidos por la especulación y el afán de lucro en los negocios, y sobre todo a raíz de la industrialización, la idea de la competencia quedó bien establecida en Inglaterra, y pronto se intentó incluso el traslado de esa idea a la naturaleza. Joseph Townsend,[130] que había puesto gran empeño en ello, contó en 1798 una historia que se hizo muy popular. En una isla del Pacífico, un español llamado Juan Fernández desembarcó algunas cabras con la idea de que, al reproducirse, le proporcionaran carne cuando retornase. Pero, cuando hubo abundancia de carne en la isla, esta se convirtió en un refugio cómodo para los corsarios

ingleses. Las autoridades españolas soltaron entonces en la isla a un perro y una perra para que, con el tiempo, hicieran disminuir el número de cabras. «Así pues —escribía Townsend— se estableció un equilibrio: los individuos más débiles de las dos especies fueron los primeros en pagar su deuda con la naturaleza; los más activos y vigorosos se mantuvieron con vida».[131] Karl Polanyi, que recoge la historia, deja claro que nunca se demostró su veracidad mediante una investigación bien documentada. Es decir, que no fue un hallazgo científico, pero así se presentó y así lo utilizó la sociedad, como una demostración de que las leyes del mercado tenían una justificación según la naturaleza.[132] O de que el sustrato básico de la sociedad del momento era la naturaleza humana y no el orden político.

Estas ideas fueron difundidas por el economista Malthus, que afirmaba que los seres humanos no podían multiplicarse más allá del límite dado por la cantidad de alimento disponible, por lo cual los ejemplares excedentes serían destruidos por la propia naturaleza. La «ley de la jungla» estaba en el imaginario colectivo de la sociedad de mercado. El profundo calado de estas ideas en la sociedad inglesa tuvo consecuencias prácticas, hasta el punto de que en 1832 se anularon las leyes que establecían subsidios para los pobres. En esos momentos Darwin tenía veintitrés años, acababa de terminar sus estudios en la universidad y estaba a punto de embarcarse en el Beagle.

Tras miles de observaciones minuciosas llevadas a cabo tanto en parajes exóticos durante su viaje por tierras americanas como entre los minúsculos habitantes de su propio jardín, Darwin elaboró una teoría sobre cómo aquello que registraba podría explicarse. Sabía que su teoría sería polémica, pero también que era importante. Por eso redactó un manuscrito preliminar y lo conservó en secreto, dando instrucciones para que fuera publicado en caso de que la enfermedad o la muerte no le permitieran culminar la obra completa que estaba preparando. Mientras tanto continuó trabajando en el texto definitivo durante los siguientes veinte años, pues no se decidía a publicarlo. Solo lo hizo al enviarle Alfred Wallace un artículo en el que presentaba conclusiones similares a las suyas —la

selección natural determinaba la formación de las especies independientemente de influencias divinas— para pedirle su opinión. Wallace, más joven que Darwin, llevaba varios años en el sudeste asiático, en cuyas islas había hecho observaciones semejantes a las de Darwin en las Galápagos. Darwin envió entonces a la Linnean Society of London ambos trabajos de forma conjunta, de modo que la teoría se conoció inicialmente como de Darwin y Wallace.

¿Estaban ambos imbuidos de la idea de competencia que regía en aquellos momentos la sociedad de la que procedían y, de alguna manera, la plasmaron para explicar los fenómenos observados en la naturaleza? Es posible. Sin embargo, no la aplicaron a su propia situación, no fueron competitivos entre sí, pues Wallace se dirigió a un posible competidor para pedirle consejo sobre su descubrimiento y Darwin presentó ambos trabajos de forma conjunta en lugar de dar primacía al propio, ya terminado desde hacía tiempo. Se produjo así la paradoja de que la propuesta que, según algunos, legitimaría la idea de competencia en la sociedad humana nació con un acto de colaboración.[133]

Justo en los años que siguieron a la publicación en 1859 de *El origen de las especies* se promovieron en Europa ciertas políticas proteccionistas. Durante las décadas de 1860 y 1870 se legisló sobre alimentos y bebidas, inspección de fábricas, condiciones de las minas, vacunaciones obligatorias, prohibición del trabajo de niños en minas o como deshollinadores, se crearon seguros sociales, servicios públicos, subsidios, etc. Según los liberales, estas medidas actuaban como frenos del sistema dirigido por la competencia, al tiempo que disminuían los negocios y el comercio, dañando el mecanismo autorregulador del mercado. Ellos pensaban que la sociedad no debía estar sometida a las leyes del Estado, sino que era el Estado el que debía someterse a las leyes del mercado y de la competencia. [134]

Herbert Spencer, filósofo y sociólogo liberal, y por tanto contrario a cualquier tipo de proteccionismo, recibió la teoría de la selección natural como agua de mayo. Fue él quien en 1864 introdujo la expresión «supervivencia del más apto» en su obra *Principios de biología* y unos años más tarde extendió la idea a la sociedad y la

cultura en su libro *Principios de sociología*. Darwin escribió en una carta a Wallace en 1866: «Estoy de acuerdo en lo que dice usted sobre las ventajas de la expresión del Sr. Spencer "la supervivencia del más apto", lo cual no se me había ocurrido hasta leer su carta. Sin embargo, existe una objeción importante al uso de ese término». [135] Y en otra carta a Hooker,[136] comentando una publicación de Spencer, dice que piensa que cada una de las sugerencias de este, para tener valor científico, requeriría años de trabajo. Antes de publicar *El origen de las especies* Darwin había escrito a Spencer: «Estoy en la actualidad preparando un resumen de un trabajo más extenso sobre las variaciones de las especies; pero trato el tema simplemente como naturalista y no desde un punto de vista más general. Si no fuera así, en mi opinión, su argumento no podría ser mejor y podría haberlo citado de forma ventajosa para mí».[137] Spencer no era un científico, sino un polímata que escribía de todo. Y Darwin se lo recuerda con educación.

Para Spencer, la lucha por la vida y la supervivencia del más apto representaban no solo un mecanismo por el cual las especies evolucionaban, sino también —y sobre todo— la vía de progreso en la sociedad humana. Sentó así las bases de lo que se llamaría el darwinismo social. También Huxley, biólogo discípulo de Darwin cuya carrera derivó progresivamente hacia la política científica, mantuvo en su libro *La lucha por la vida en la sociedad humana* que la lucha y la muerte inevitables eliminaban toda posibilidad de cooperación socialista. Reforzando las tesis de Spencer, ambos contribuyeron a establecer una versión ideológica de una teoría científica.

Pero estamos a mediados del siglo XIX, y tanto Engels como Marx se encontraban creando las bases teóricas del socialismo que, junto con el anarquismo, representarían la primera oposición firme a la ideología capitalista y a la sociedad basada en el mercado autorregulado. Y, con la misma falta de fundamento con la que los ideólogos liberales habían adaptado/adoptado la idea de la selección natural, los ideólogos socialistas y anarquistas se alzaron contra ella. Así, Engels manifestaba en 1875 en una carta a Piotr Lavrov su desacuerdo con la idea darwiniana de que la «lucha de todos contra

todos» fuera la única explicación de la evolución, e interpretaba que Darwin apoyaba las tesis de los economistas burgueses de la competencia y la teoría malthusiana.[138] También Kropotkin, desde el anarquismo, en su libro *El apoyo mutuo, un factor de la evolución*, publicado en 1902, acusó a Darwin de despreciar la cooperación de los organismos frente a la lucha por la existencia. Ni Engels ni Kropotkin eran científicos; podríamos decir que ambos hacían antidarwinismo social.

A finales de los años sesenta del siglo XX se produjeron cambios sociales y filosóficos a nivel mundial. La guerra fría entre el bloque soviético y la OTAN, el Estado del bienestar burgués establecido en Europa y en Estados Unidos, y las guerras en Extremo Oriente se vieron contestados por las revueltas juveniles contra el militarismo y por los derechos civiles en Estados Unidos, contra el control soviético en la llamada Primavera de Praga, etc. En Francia, en México, en España, en Italia o en Reino Unido, los jóvenes cuestionaron el orden establecido.

Fue precisamente en esos años cuando la bióloga Lynn Margulis propuso que tanto las mitocondrias de las células animales como los cloroplastos de las vegetales fueron inicialmente bacterias que de alguna manera se introdujeron en otras células en un proceso conocido como endosimbiosis.[139] Tanto la biología celular como la molecular demostraron algo más tarde que esas propuestas eran correctas.[140] Margulis enunció entonces la teoría de la simbiogénesis, que se habría producido cuando el producto de la endosimbiosis fue capaz de transmitir sus propios genes a sus descendientes, y la propuso como un mecanismo alternativo a la evolución de las especies darwiniana, basado en la cooperación en vez de en la competición. Actualmente la mayor parte de los biólogos aceptan un papel importante de los fenómenos de cooperación en la ecología y la evolución, pero ninguna evidencia científica sostiene que la simbiosis sea «el» mecanismo rector de esta última.[141]

Como ocurrió antes con Darwin, algunos pretendieron derivar del fenómeno biológico y científico de la endosimbiosis consecuencias que pertenecían al plano de la ideología. La cooperación y no la competencia sería la responsable de la evolución de las especies; luego, hagamos sociedades cooperativas en lugar de competitivas. En este caso, y a diferencia de Darwin, la propia Margulis también se implicó en el debate ideológico.[142]

Siguiendo la ya mencionada tesis de Herbig de que es el cambio social el que induce el científico,[143] podríamos argumentar que tanto la idea de la competencia como la de la colaboración estaban ya en el ambiente social cuando algunos científicos las utilizaron para explicar los fenómenos que observaban en la naturaleza. Pero ni la teoría de Darwin y Wallace legitimó la competencia feroz del capitalismo ni la de Margulis es la base de la cooperación social. Los que eso piensan están atribuyendo a la naturaleza una intencionalidad, una personificación, como vimos que ocurría en la sociedad homérica. Los fenómenos de competencia o de colaboración en el mundo natural no están impuestos por ningún creador. Las especies afortunadas en su adaptación al medio simplemente han tenido suerte… o no. Por otra parte, la endosimbiosis puede ser vista como un encuentro afortunado, como un acto agresivo de fagocitosis o como una invasión molesta, pero nunca como una colaboración, la cual, al igual que la competencia, requiere una conciencia que la experimente.

La que podríamos llamar «culturización de la ciencia», es decir, su uso para justificar fenómenos socioculturales, es muy dañina porque encuentra fácilmente eco en los que tienen menos conocimientos. Y no, desde luego la ciencia no transcurre al margen. Influye en los cambios sociales y es influida por ellos.

4

LA NATURALEZA ¿AL SERVICIO DEL HOMBRE?

La introducción sistemática de la experimentación en la ciencia a comienzos del siglo XVIII se relaciona, según muchos historiadores, con la idea del dominio de la naturaleza por los humanos. Creo que no es cierto. Que la naturaleza está al servicio del hombre es un concepto muy antiguo y común, al menos en la cultura occidental. Es una idea sobre todo religiosa que se expresa claramente en el Génesis. Según el libro fundacional del judaísmo y del cristianismo, una vez separados el cielo y la tierra, el dios, Elohim, creó la luz y después el tiempo, con la sucesión de los días y las noches. Separó las tierras de los mares y encendió el Sol, la Luna y las estrellas para alumbrar y señalar las estaciones. Creó a continuación las plantas y los animales. Entonces dijo Elohim: «Hagamos al hombre a nuestra imagen, conforme a nuestra semejanza, y ejerza dominio sobre los peces del mar, sobre las aves de los cielos, sobre el ganado, sobre toda la tierra, y sobre todo reptil que repta sobre la tierra». Y, una vez creados macho y hembra, a continuación les dijo: «Llenad la tierra y sojuzgarla, dominad sobre […] todo ser vivo que se mueve sobre ella».[144]

Mientras los humanos vivieron como cazadores-recolectores, se mantuvieron ajenos al supuesto mandato divino y se comportaron como el resto de la naturaleza, un eslabón más en la cadena trófica: cazaban y eran cazados, devoraban y eran devorados. Pero, en un momento dado, decidieron seguir las órdenes de Elohim y transformaron plantas y animales para su servicio y sustento.

Construyeron refugios que se convirtieron en casas, carcasas flotantes con las que se desplazaban por el mar y carros para

transportar o combatir. Sófocles lo celebra en *Antígona* en su canto al hombre, lo más asombroso que existe.[145]

Judeocristiano o pagano, ya fuera siguiendo el supuesto mandato de un dios o por iniciativa propia, los humanos han puesto la naturaleza a su servicio, en la medida de sus posibilidades, desde los comienzos de la cultura.

La idea de hacer experimentos científicos es muy antigua, aunque no existiera un concepto teórico explícito de la experimentación. Cuando los pitagóricos en Crotona relacionaban los sonidos con la longitud de las cuerdas de un instrumento y encontraban una relación matemática entre ellos, ya estaban experimentando. O cuando Herón en Alejandría demostró que la entrada de agua en un recipiente lleva aparejada la salida de aire, ¿no era ese un resultado experimental? O cuando Ḥasan Ibn al-Haytham hacía estudios de óptica en El Cairo utilizando una cámara oscura, de los que dedujo que el ojo humano podría tener un comportamiento similar, ¿no investigaba por medio de experimentos?[146] Y cuando Roger Bacon, investigador de la óptica del arco iris, entre otros temas, afirmaba que «el razonamiento permite llegar a conclusiones, pero no hace que estas sean ciertas [...]. Aquel que desee asegurarse de las verdades que subyacen a los fenómenos debe dedicarse él mismo al experimento»,[147] ¿no estaba argumentando sobre la necesidad de la experimentación?

Y no, ninguno de los experimentos mencionados está basado en el dominio de la naturaleza por los humanos. Simplemente trataban de comprenderla, no de explotarla en su beneficio.

Entre los siglos XVII y XVIII, en ese periodo explosivo en el que ocurren tantas cosas en Occidente y en las tierras a las que tienen acceso sus habitantes, ni se introduce por primera vez la experimentación en la ciencia ni es esta la principal causante del nuevo auge que adquiere la idea del dominio de la naturaleza por el hombre.

Como en un segundo Génesis, fue el inglés Francis Bacon el padre de la nueva criatura que pretendía dominar la tierra. Teorizó sobre la ciencia experimental, pues, aunque él mismo no la practicaba, explicaba a los demás cómo hacerla y al Estado cómo aprovecharla. Su gran influencia atrajo a investigadores curiosos y a hombres de negocios avispados que comenzaron a considerar los beneficios que de la ciencia podían obtener. En un momento de expansión económica por vez primera de dimensiones mundiales, la ciencia se convirtió en un aliado conveniente. Y no olvidemos que la idea religiosa seguía presente. Fueron luteranos, calvinistas y, en menor medida, católicos los que lideraron la nueva ciencia experimental. Y continuaron siendo fieles al mandato divino: «Dominad la tierra y a todo ser vivo que se mueve sobre ella».

Goethe cuenta que a los diecinueve años se formó su propia religión, según la cual, y en relación con la creación, dice:

> Todavía faltaba un ser que tuviera la capacidad de restituir el vínculo original con la Divinidad; así fue como se generó el hombre, que en todo debía ser parecido, incluso igual, a la Divinidad, pero al mismo tiempo libre y limitado. Y como esta contradicción se manifestaba en él a través de todas las categorías de su existencia, y sus circunstancias debían ir acompañadas de una conciencia perfecta y de una voluntad decidida, era previsible que se convirtiera a un tiempo en la criatura más perfecta y más imperfecta, en la más feliz y en la más desgraciada.[148]

Si las religiones —incluso en sus versiones más ilustradas, como la de Goethe— nos hacen como dioses, o construyen dioses a nuestra imagen que están pendientes de nosotros, se comunican, nos protegen o nos piden cuentas; si somos tan importantes, en definitiva, ¿por qué no habríamos de poseer el resto de la creación? ¿No era un regalo para nosotros? ¿O acaso están los abedules o los caballos hechos a imagen de Dios? Sí, cierto, Jesús dijo que Dios se ocupaba de los pajarillos del campo, pero ¿se hizo pájaro para redimirlos? Aunque, ¿cómo sería el pecado de un pájaro?

La ciencia, en cambio, ha mostrado que el hombre es un animal: la última versión, de momento, de una de las ramas evolutivas de los mamíferos. Ni menos ni más. Si modificamos la naturaleza es

porque somos capaces de hacerlo, pero ninguna jurisdicción lo legitima. La transformación insensata del entorno en nuestro beneficio no es un derecho ni un uso legítimo, sino una transgresión. El fuego que nos dio Prometeo como símbolo de la ciencia y de la técnica no es ya el sacrilegio necesario para el inicio de la cultura, como decía Nietzsche,[149] sino el último acto sacrílego que, abarcando y agostando el planeta, puede terminar con ella.

5
TRES GOLPES AL ANTROPOCENTRISMO

¿Quiénes son los humanos que habitan el planeta?, ¿dioses, animales, los *putos amos*, seres irrelevantes?, ¿la razón de ser del mundo, sus dueños, su condena? Podemos encontrar argumentos de una u otra de estas ideas en distintas culturas y momentos históricos.

La Biblia lo tiene claro. El hombre es el rey de la creación. Todo el esfuerzo de aquella semana agotadora para la divinidad que atestigua el Génesis tenía como objetivo crear el entorno adecuado para que sobre él se recreara el hombre. Y si lo perdió fue, desde luego, por su culpa. De ahí el papel central de la culpa en las culturas judía y cristiana.

La mitología griega plantea también un origen de mano de los dioses, aunque la obra que salió de ellos no fue perfecta, pues carecían los humanos de los recursos naturales de que estaban provistos otros animales. Para remediar esa carencia, Prometeo les dio el fuego y el conocimiento técnico (*éntechnos sofía*), mientras Zeus los proveyó del sentido moral y la justicia.

Ovidio, en el siglo I, hace una buena descripción antropocentrista de la creación: «Faltaba todavía un ser vivo más respetable que estos [los animales] y más dotado de profundo pensamiento y que fuera capaz de dominar sobre los demás: nació el hombre». Y nació, nada más y nada menos, que a partir de semillas divinas, que Prometeo modeló a imagen de los dioses que todo lo gobiernan. «Por ello —continúa Ovidio—, y dado que los restantes seres vivos contemplan la tierra inclinados, le concedió al hombre una cara alta y le ordenó mirar al cielo y alzar su rostro erguido en dirección a los astros».[150]

En esa división entre creador(es) y criaturas, o sea, entre dioses y animales, ¿dónde se sitúan los humanos a sí mismos? La filología nos da alguna pista. Numerosos textos griegos se refieren a los humanos como *thnetoí*, que significa «mortales», y esa denominación se mantiene también en otras lenguas. Si los humanos se estuvieran mirando a sí mismos como parte del colectivo «animales», el uso de la palabra «mortales» carecería de sentido, pues todos ellos lo son. La palabra «mortales» solo puede referirse de manera inequívoca a los humanos si los estamos contemplando dentro del colectivo de los dioses, entre los cuales pueden ser distinguidos precisamente por ser los únicos que mueren. En mi opinión, lo que revela el uso de esa palabra es que los humanos siempre han tenido un alto concepto de sí mismos. Al sofista Protágoras se atribuye la primera expresión conservada de antropocentrismo laico cuando afirmó que «el hombre es la medida de todas las cosas». Debió tener éxito la idea, pues la frase fue recogida por numerosos escritores posteriores.[151]

A pesar de estos orígenes tan antiguos y en gran medida asociados a ideas religiosas, a veces he oído o leído comentarios que hacen a la ciencia cómplice, cuando no directamente responsable, del antropocentrismo que, es innegable, continúa vigente en nuestra sociedad. Sin embargo, numerosos son los ejemplos capaces de desmontar esas acusaciones.

Sin salir de la época antigua, algo posterior a Protágoras y anterior a Ovidio, Aristóteles, hijo de médico e investigador de la naturaleza, desligó por primera vez al hombre del mundo divino y lo introdujo con claridad en la categoría «animal», a la que delimitó con especificaciones como «racional» o «político».

Más tarde, el irónico Galileo ridiculizaba a su personaje Simplicio, representante del pensamiento escolástico, haciéndole decir: «Las generaciones, mutaciones, etc., que tienen lugar en la tierra están dirigidas a la utilidad, comodidad y beneficio del hombre. El heno para alimentar a los caballos y las nubes que lo riegan, etc. Si examináramos detalladamente todo esto hallaríamos que el fin al

que están dirigidas es la necesidad, la comodidad y el deleite de los hombres».[152]

Desde entonces y en numerosas ocasiones ha sido precisamente la ciencia la que ha desempeñado un papel fundamental en contra del presunto lugar privilegiado del hombre en la naturaleza. Y no me refiero a opiniones de determinados científicos, que las hay para todos los gustos, sino a teorías que han ido relegando el papel de los humanos a una dimensión más próxima a la realidad. Fundamentalmente han sido tres los que se podrían llamar grandes golpes de la ciencia al antropocentrismo.

El primero de ellos se produjo gracias a la astronomía. El heliocentrismo propuesto por Copérnico, y demostrado y defendido por Galileo, independizó el movimiento del universo del planeta que habitaban los humanos. Y progresivamente, a medida que aumentaba la calidad de los telescopios y otros instrumentos astronómicos, la Tierra, con todos sus habitantes, pasó de ser el centro del universo a quedar relegada a la periferia de un conjunto cada vez más complejo y grandioso. El pálido punto azul que fotografió la sonda espacial Voyager I en 1990, y que dio título a uno de los libros de Carl Sagan, difícilmente podría soportar el más mínimo argumento antropocentrista.

El segundo llegó dos siglos más tarde de la mano de la biología y fue un envite en plena línea de flotación. Para entenderlo en toda su dimensión hay que tener en cuenta que en el siglo XIX —y no son ajenos a ello los intereses del colonialismo— quizá fuera más correcto precisar que la supuesta superioridad, más que a todos los humanos, quedaba circunscrita al «hombre blanco civilizado» en particular, pues el resto —los varones habitantes de las colonias y las mujeres en general— apenas si eran reconocidos como parte del mismo colectivo.

Charles Darwin, como hombre de su tiempo, inició su carrera científica imbuido de estos prejuicios. Cuando durante su viaje en el Beagle entró en contacto con los habitantes de la Tierra del Fuego, en el extremo sur americano, se planteó la duda de si realmente se trataba de seres humanos. «Nunca había visto yo criaturas más

abyectas y miserables [...]. Estos desgraciados salvajes tienen el cuerpo achaparrado, el rostro deforme, pintarrajeado de blanco, la piel sucia y grasienta, los cabellos apelmazados, la voz discordante y los gestos violentos. Cuando se les ve cuesta trabajo creer que sean seres humanos».[153] Pero, como buen científico, cambió de opinión y elaboró la teoría que puso definitivamente las cosas en su sitio respecto al supuesto rol privilegiado de los humanos.

Mediante la teoría de la evolución, Darwin introdujo al hombre —incluido el «hombre blanco civilizado»— en el tronco del desarrollo de las especies como una más entre ellas, despertando la ira de los que creían con total firmeza que el hombre había sido creado como tal por el dios que le concedió el poder sobre la naturaleza.

Sin embargo, el hombre de Darwin aún conservaba el privilegio de ser el último eslabón del proceso, la obra superior y la más perfecta. Esta posición se veía favorecida gracias a la ciencia y a la técnica, que le habían permitido desarrollar máquinas que afianzaban su poder. Poder que ya no procedía de Dios, sino que había sido ganado con su propio esfuerzo.

El tercer gran golpe contra el antropocentrismo ha sido mucho más reciente y procede de la genética. En efecto, el desciframiento de los genomas de distintas especies animales ha demostrado que las similitudes entre los humanos y las otras formas de existencia son mucho mayores de lo que se creía. Hoy sabemos que los genes que determinan nuestras características humanas son iguales en un 96 por ciento a los de los chimpancés, y en más de un 80 por ciento a los de ratas y ratones. El humano baja del pedestal sobre el que se había erigido conducido no por una opinión, sino por una demostración científica.

La biología ha dejado claro que la diversidad se construye mediante la infinidad de combinaciones posibles de un número muy reducido de elementos. La mayor parte de las moléculas que componen nuestro organismo corresponden a distintas combinaciones de átomos de hidrógeno, oxígeno, carbono y nitrógeno. Igualmente, los genes que nos identifican como especie y como individuos dependen del orden en el que se alineen las cuatro bases de nuestro ADN: adenina, guanina, timina y citosina.

Sabido esto, hoy está claro que en la evolución del conjunto de los seres vivos la aparición del hombre, de ese que se pensó creado por los dioses a su imagen y semejanza, no marcó un hito mayor, ni siquiera mínimamente equivalente, al que representaron los inicios de la homeotermia o de la vida fuera del agua, sino algo mucho más leve, que pasa casi desapercibido en el conjunto del universo.

Parece que hemos progresado mucho, pero sabemos que al avance del conocimiento siempre se adelantarán nuevas preguntas, nuevos enigmas. ¿No estamos simplemente poniendo de manifiesto que la imaginación humana es mayor que su capacidad de analizar, averiguar, describir o comprender? Porque, si no imaginamos lo que no conocemos, ¿cómo podemos proponernos ir en su búsqueda?

6
LA IDEOLOGÍA DEL HISTORIADOR

El objetivo del historiador de la ciencia es ofrecer un marco en el que los sucesivos hallazgos y teorías científicas, así como sus aplicaciones tecnológicas, se expliquen en relación con los aspectos políticos, económicos, ideológicos, etc., de la sociedad en la que se encuadran.

Decíamos en otro lugar que la ciencia es la actividad humana que con más empeño pretende desprenderse de la ideología —aunque no siempre lo consiga—. Pero también que la historia, quizá por su carácter episódico cercano al relato, es la rama de la ciencia que con más facilidad se contamina de ella. Por más que los historiadores se basen en la documentación y en los distintos tipos de huellas y restos arqueológicos, es muy difícil que su interpretación no se vea contaminada por su propia ideología. Esto es así hasta el punto de que el estudio de la historia se suele complementar con el de la historiografía, una nueva disciplina que analiza críticamente los escritos sobre historia y sus fuentes.

Por ello la «historia» de la «ciencia», que mezcla los extremos en cuanto a penetración ideológica se refiere, es frecuentemente objeto de polémica. Veamos algunos ejemplos.

Dice Dampier en su libro de historia de la ciencia que es sorprendente que el inicio del Renacimiento se produjera en Italia, «siendo más vigorosas las razas de los países del norte de Europa». [154] El desliz, causado por un prejuicio ideológico más poderoso que las evidencias de que las civilizaciones antiguas, desde las del creciente fértil, pasando por Egipto, Grecia y Roma, se dieron en regiones sureñas, es una muestra de cómo el historiador puede

fácilmente introducir su pensamiento en la interpretación de los objetos de su investigación, en este caso los científicos.

En un viaje a Grecia compartido con alumnos y profesores de mi universidad, me sorprendió la soltura con la que un estudiante de Historia opinaba sobre Galileo Galilei, con graves acusaciones sobre su conducta y en defensa de la actitud del papa Urbano VIII. Al regresar me informé mejor sobre el tema y descubrí que, efectivamente, una corriente de historiadores y filósofos de la ciencia continúan cuestionando quién tenía razón en la polémica desencadenada entre el científico y el jefe de la comunidad religiosa. Ignoran, al parecer, el hecho de que no se trata solo de los argumentos que uno y otro esgrimían en defensa de sus ideas, sino de quién impidió a quién defenderlas y mantenerlas, ya fueran verdaderas o falsas. A esta corriente pertenece el sacerdote católico William A. Wallace, quien reinterpreta a Galileo como seguidor de Aristóteles, basándose en unos cuadernos del científico en los que recogía enseñanzas recibidas durante su estancia en el Colegio Romano.[155] La intención de este historiador es neutralizar la oposición que se estableció entre el aristotelismo escolástico y la ciencia humanista, y presentar esta como una progresión de aquel, en el que, según él, se basan los descubrimientos científicos de Galileo. Es una forma de eludir el lamentable papel de la Iglesia católica en la vida y los hallazgos del científico, así como de la ciencia en general. No hay más que leer unas cuantas páginas del chispeante e irónico *Diálogo sobre los dos máximos sistemas* de Galileo para comprender que se trata de una interpretación torticera.

Si existe un tema aceptado y persistente en la historia reciente de la ciencia es el de su avance discontinuo a través de sucesivas revoluciones científicas. La idea la planteó por primera vez, como ya he mencionado, Alexandre Koyré, quien en los años treinta del siglo XX dio el nombre de revolución científica a los cambios producidos entre mediados del siglo XVI y comienzos del XVIII, es decir, entre la época de Galileo y la de Newton.[156] La idea tuvo bastante

aceptación en el mundo occidental, especialmente tras la Segunda Guerra Mundial. Posteriormente, el filósofo de la ciencia Thomas Kuhn, uniendo historia y filosofía, propuso en 1962 que la ciencia siempre transcurría entre épocas de crecimiento estable y momentos revolucionarios que alteraban los paradigmas al uso. Los científicos pasaban a mirar el mundo con otros ojos e iniciaban nuevos abordajes incompatibles con los anteriores. Estas ideas tuvieron gran éxito y difusión, y hasta hace poco tiempo muchos científicos que opositaban las mencionaban.

Sin embargo, en las últimas décadas las propuestas de Kuhn y Koiré de que episodios puntuales y coherentes alteraban la forma de ver el mundo natural, así como la metodología utilizada para su estudio, se han visto cuestionadas y han pasado a interpretarse a su vez como producto del pensamiento de mediados del siglo XX. Lo que ocurre en muchas ocasiones, según una interpretación más reciente, no es tanto que un paradigma sea sustituido por otro, sino que, como ya hemos mencionado,[157] las nuevas teorías explican un tipo más amplio de fenómenos naturales. Es decir, no desbancan por completo a las anteriores, sino que delimitan el ámbito en el que son aplicables. En ese rango continúa utilizándose la teoría anterior. En realidad, estas teorías no son contradictorias, sino aproximaciones a preguntas en diferentes niveles.

Es decir, no solo hay que contextualizar la ciencia, sino sobre todo la interpretación que hacen quienes la analizan.

Lo que es indudable, aunque rebajando el tono de la idea de revolución, es que a lo largo de la historia ha habido épocas en las que se han producido avances considerables en unas ciencias o en otras. La mecánica, la astronomía, la química, la biología, todas han tenido sus momentos de gloria. Entre sus causas puede estar el azar de un cúmulo de individuos geniales y coetáneos, las condiciones históricas que permiten la penetración y divulgación de sus hallazgos o el aprovechamiento social de tales hallazgos, que multiplica sus implementaciones.

Creo que la idea de revolución científica tiene un fuerte componente épico y contribuye mucho al mito actual de la ciencia y

la tecnología. Entiendo que el impulso de Arquímedes fue el mismo que el de Newton o el de Einstein, por no salir del mundo de la física. Son impulsos que responden a algo más biológico, al instinto de curiosidad, ese que tienen también los ratones, entre otras especies animales.

Para neutralizar o delimitar la influencia de los historiadores y de los filósofos de la ciencia y de sus épocas, es importante acudir al concepto de ciencia que ha impulsado a los propios científicos. Indagar en sus propias fuentes qué buscaban los que más contribuyeron al avance de la ciencia, qué método entendieron que era el correcto para hacerlo y cuáles fueron sus reflexiones acerca de su actividad. Además, analizar lo que hay en común en los científicos de distintas épocas es lo que nos dará la aproximación más biológica (menos cultural) de las motivaciones de los humanos para buscar el conocimiento.[158]

Aunque es indudable que los científicos son hijos de su tiempo y, por tanto, están expuestos y posiblemente participan de las ideas propias de la sociedad en la que viven, creo que existe un hilo conductor que los une entre sí y a lo largo del tiempo, conexión que suele pasar desapercibida a filósofos e historiadores. Es el hilo que une a aquellos que han intentado utilizar la herramienta razón para disminuir la incertidumbre que produce la contemplación del mundo en cualquier momento de la historia. Lo que los diferencia entre sí es sobre todo el prejuicio al que, en cada momento y según el conjunto de creencias dominante en su sociedad, han tenido que enfrentarse. No creo que fuera más «mecanicista» Newton de lo que lo fue Arquímedes, ni más «materialista» Boyle que Demócrito, ni que Galileo se hubiera servido más de la «razón» que Eratóstenes; lo que ocurre es que esas palabras se empezaron a utilizar con posterioridad, pero nombran realidades que estuvieron siempre en la mente de los que indagaron sobre el mundo natural.

Quizá la diferencia más importante es que los científicos del mundo antiguo no tuvieron que despojarse de la enorme influencia que el pensamiento cristiano ejerció sobre los posteriores. Leyendo

el lenguaje directo de Roger Bacon, de René Descartes, de Baruch Spinoza o incluso de Isaac Newton, se puede entrever el sufrimiento que conllevó la lucha por rescatar el uso de la razón, que necesariamente quebraba el andamiaje que sostenía a la sociedad en la que estaban inmersos. Más que un cambio en la visión de la ciencia, se trataba de un cambio en lo que el científico tenía que desbrozar para acercarse a ella. Por eso, quizá más que de una historia del pensamiento científico habría que hablar de una historia de la secularización o, más ampliamente, del desprejuicio; de cómo la mente filosófica y científica se ha intentado despojar en cada momento histórico de aquello que contribuía a obstaculizarla.

En épocas más recientes, los prejuicios fundamentales ya no proceden del cristianismo, o de la revelación en general, pero no han dejado de existir. El mito del progreso derivado de la industrialización y del uso de combustibles fósiles, la consagración de la economía como rectora de la sociedad, el poder de los mercados, la publicidad, etc., son los prejuicios con los que se debaten los científicos de hoy y que les dificultan el acceso a la pequeña parte de la verdad a la que aspiran.

Son más bien los historiadores y los filósofos de la ciencia los que hacen muchas veces el análisis desde la perspectiva de su propia época, lo cual es entendible porque sus especialidades están más inmersas en la pasta social. Valgan como ejemplo las reflexiones de Benjamin Farrington, historiador de la ciencia griega, que a mediados del siglo XX decía:

> Para nosotros, en la actualidad, el concepto de ciencia implica la idea de un poder transformador de las condiciones de vida. Aunque estemos acertados al defender el ideal de la ciencia como expresión de devoción desinteresada a la verdad […] comprendemos al mismo tiempo que del manantial de la ciencia pura surgen las corrientes fertilizadoras que sirven a la industria. […] El fracaso de la ciencia antigua residió en el uso que de ella se hizo. Fracasó en su función social.[159]

Una ciencia que no se aplicaba ni servía a la industria se consideraba un fracaso en el siglo XX. ¡Pero afortunadamente no en la época de los antiguos griegos!

V

El malestar de la ciencia

1
LOS PATRONOS DE LA CIENCIA

Las fuentes de financiación de la ciencia han variado a lo largo de la historia. Durante siglos, la ciencia fue una actividad particular cuyos gastos —muchas veces viajes a lugares de aprendizaje o intercambio, o material para observar, efectuar mediciones o realizar algunas experiencias— corrían a cargo del individuo interesado o de los bienes de su familia. Ese fue el caso de Demócrito en la antigua Grecia o de Alexander von Humboldt en la Alemania del siglo XVIII: ambos viajaron guiados por la curiosidad científica hasta que, arruinados, tuvieron que regresar para pedir ayuda a familiares o conocidos. En otras ocasiones, colectivos de estudiosos se reunían al amparo de reyes o señores poderosos que buscaban el prestigio que proporcionaba el conocimiento, como ocurrió en Alejandría durante el reinado de la dinastía de los Ptolomeos o en la Italia renacentista.

Cuando a finales de la Edad Media comenzó a recuperarse en algunas universidades la actividad científica, esta era mirada con sospecha, y muchos curiosos intelectualmente tuvieron que financiarse de nuevo con sus propios bienes o los de sus familias para llevar a cabo los primeros experimentos. Y fue después de que muchos de estos resultaran exitosos y se produjera un claro avance del conocimiento cuando los estados comenzaron a interesarse por la ciencia y a financiar la investigación desde las universidades y otros organismos públicos.

A raíz de la industrialización decimonónica, y sobre todo desde comienzos del siglo XX, algunas grandes empresas establecieron sus propios laboratorios de investigación industrial y tecnológica, que se nutrían de los conocimientos generados por la investigación básica

financiada por los estados. El capital privado obtenía así de forma gratuita, y continúa haciéndolo, la base sobre la que llevar a cabo desarrollos que permitían la comercialización de los productos. Es decir, algo sostenido por la colectividad generaba beneficios para unos pocos, en un ejemplo precoz de lo que más tarde sería llamado privatización de un bien social.

En la actualidad, la llamada investigación básica o fundamental, es decir, la que genera los nuevos conocimientos, continúa financiándose casi exclusivamente a expensas de las arcas públicas, [160] mientras aumenta progresivamente la inversión, tanto pública como, y sobre todo, privada, dirigida a obtener nuevos productos o procesos derivados de la ciencia y susceptibles de comercialización. [161] Del mismo modo que ocurre en otros ámbitos de interés público como la educación o la sanidad, cada vez son más frecuentes los convenios entre entidades públicas y privadas en los centros de investigación, lo que hace que estos se deslicen poco a poco hacia investigaciones más tecnológicas y de innovación, cuyos resultados serán posteriormente explotados por empresas. El conocimiento se convierte así cada vez más en una mercancía cuyo uso se privatiza en beneficio exclusivo de su dueño.

La transferencia económica desde lo público a lo privado en el campo de la ciencia también se pone de manifiesto si se analiza el tipo de estudios que ofertan actualmente las universidades públicas y privadas. Los grados y másteres en ciencias básicas como física, química, biología, geología, etc., son casi exclusivos de las universidades públicas. Dicho de otro modo, la formación de los que serán científicos básicos o fundamentales —que es muy costosa porque requiere laboratorios bien dotados, instrumental sofisticado, etc.— corre a cargo del Estado. Las universidades privadas, en cambio, forman preferentemente a los que explotarán los conocimientos de esos científicos básicos en beneficio del capital, es decir, los ingenieros, los directivos que gestionarán las empresas y los abogados que las defenderán en casos de litigios. Todos ellos son, además, los trabajos mejor remunerados en el mercado laboral, mientras que los físicos, biólogos, químicos, etc., que se dedican a la investigación básica, a pesar de ser los proveedores del

conocimiento inicial, suelen trabajar para la Administración, con sueldos más moderados.

El torbellino tecnología/beneficios económicos arrastra al propio proceso de investigación científica, ya sea básica o aplicada. A partir de una serie de bases de datos que incluyen número de revistas, de artículos, de científicos activos, etc., se ha calculado que en nuestra época la producción científica se duplica cada 17,3 años.[162] Esto no es necesariamente bueno, porque muchos de esos artículos reportan hallazgos sobre cuestiones menores o presentan escasas variaciones sobre otros previos, de manera que en realidad no contribuyen de forma sustancial a la mejora del conocimiento.

Una de las formas de medir la repercusión que tiene un artículo científico en la evolución del conocimiento en su campo es saber cuántas personas lo han utilizado como referencia o punto de partida de sus propias investigaciones. Aunque no es una valoración infalible —pues hay ocasiones en las que un artículo pasa desapercibido en su momento y solo *a posteriori* se descubre su valor—,[163] es el criterio más fiable que tenemos. Si utilizamos como ejemplo un área de conocimiento concreta, la bioquímica y biología molecular, sabemos que en esta área se publican actualmente 296 revistas. Supongamos que todas tienen una frecuencia mensual y que publican una media de veinte artículos por número. Eso nos daría unos 71.000 artículos por año. Pues bien, la mitad de esos artículos, más de 35.000, reciben menos de cinco citas en los dos años siguientes a su publicación, algunas de las cuales incluso podrían proceder del mismo grupo de investigación. Eso significa que su contribución al avance del conocimiento ha sido realmente escasa.

Pero la rueda sigue girando, aunque los resultados no sean relevantes. ¿Qué motivos la hacen girar incluso en esas condiciones? ¡Es el mercado de nuevo, amiga! Un laboratorio activo no solo produce hallazgos, artículos, conocimiento en definitiva. También consume aparatos, instrumental de distinto tipo, reactivos, material fungible, etc., por muchos miles de euros al año. Por no decir que

todos los científicos, productivos o no, asisten a congresos, viajan, se alojan en hoteles, etc., formando parte de cierto turismo ilustrado. También, a veces, en universidades pequeñas en las que el personal cualificado es escaso se hacen grandes inversiones en equipamiento que permanece obsoleto por falta de usuarios, al mismo tiempo que se impide la incorporación de personal competente que sí podría obtener rendimiento de la inversión realizada. En todos estos casos, es la inversión pública la que se malgasta, pasando el beneficio a manos de las compañías proveedoras del material. Se ha dado, por tanto, un paso más. Ya no es solo que la empresa proveedora de tecnología se apropie de un conocimiento financiado por el Estado y generado por los investigadores públicos, sino que, además, una parte de la inversión pública en ciencia se destina al mantenimiento y la protección del mercado generado en torno a ella.

Como ejemplo representativo, volvamos con más detenimiento al caso de las revistas científicas.[164] Como ya sabe quien esto lee, en sus inicios las revistas fueron editadas por las distintas sociedades científicas para facilitar el rápido intercambio de conocimientos. Eran los propios miembros de estas sociedades quienes, de forma altruista, recibían los artículos, los revisaban, sugerían posibles cambios y decidían sobre su inclusión en la revista correspondiente, la cual se financiaba con las cuotas de los socios. Tras la Segunda Guerra Mundial se produjo un incremento sin precedentes de los presupuestos destinados a la ciencia por los estados, por lo que la producción científica alcanzó unas dimensiones antes desconocidas. Fue entonces cuando Robert Maxwell, entre otros, se dio cuenta de los beneficios que podía generar la edición de los resultados de las investigaciones en curso, y decidió invertir en ello. A diferencia del resto de la prensa escrita, las revistas científicas, siguiendo la tradición, no pagaban a los autores, que cedían sus artículos gratis, ni tampoco a los revisores, que continuaban haciendo su labor de forma altruista, sino que, tras su impresión y distribución, eran vendidas, y a buen precio, a instituciones científicas o a lectores individuales. La diversidad de disciplinas científicas multiplicó el número de revistas, que se hacían

cada vez más especializadas, y, como los artículos debían ser siempre originales, no competían entre sí por los mismos contenidos, lo que permitía mantener los precios altos. Por su parte, las bibliotecas de prestigio debían comprar todas o casi todas las revistas para tenerlas a disposición de sus usuarios. Un negocio redondo, ¡vaya![165]

La digitalización modificó el *modus operandi* de las editoriales científicas. A partir de los años noventa, los suscriptores dejaron de recibir las revistas en papel y comenzaron a descargar sus contenidos en sus ordenadores. Esto debió reducir considerablemente los costes de producción, distribución, etc., pero no disminuyeron los precios, con lo cual aumentaron aún más los beneficios.

Con el nuevo siglo, las instituciones y muchos científicos se plantearon publicar sus resultados en libre acceso (*open access*), corriendo los gastos de edición, bastante reducidos, a cargo del autor. Esto tiene la ventaja de que toda la comunidad científica, incluidos los investigadores de países con bajo presupuesto, pueden leer los artículos. Aunque algunos estados, como Noruega, han decretado que toda la investigación financiada con fondos públicos se publique en abierto, existe el riesgo de que, si la editorial online cobra por artículo publicado, disminuya el nivel de calidad exigible y se publiquen muchos artículos de escaso valor científico.

¿Cuál ha sido la respuesta de las grandes editoriales a la nueva situación? No han tenido más remedio que apuntarse al *open access*, pero lo han hecho de una forma muy peculiar: ahora son los autores, o más bien sus instituciones, ya que los precios son muy elevados, quienes pagan por publicar y, de paso, se les da acceso a los contenidos. ¿Imaginan a un periodista pagando a su periódico para que publique la información que ha conseguido?[166]

Actualmente, tecnólogos, ingenieros, diseñadores, creativos todos e incluso artistas trabajan junto con economistas y especialistas financieros para el progreso de las corporaciones, que se mide exclusivamente en términos económicos. Según la lógica del

capitalismo, las ganancias no solo deben ser suficientes sino progresivas, cada año más que el anterior. Lo contrario es un fracaso. Queda siempre muy en segundo plano la repercusión que las actividades que de ello se deriven puedan tener para la humanidad o para el planeta. Hay que extraer todo lo que exista y que se pueda convertir en dinero —¡qué poca ambición!—, lo cual derivará necesariamente en un empobrecimiento generalizado para la Tierra y sus habitantes, excepto para los accionistas.

En este contexto, y con unos gobiernos cada vez más débiles, pues nunca pueden oponerse a la ganancia de los que son más fuertes y poderosos que ellos, los científicos básicos, los generadores del conocimiento, los que habitualmente trabajan para organismos públicos, han detectado una serie de problemas para la especie humana y el planeta que van más allá de lo que jamás ocurrió con anterioridad: el calentamiento global, el agotamiento de los recursos, la imposible eliminación de los residuos, la contaminación terrestre, marítima y atmosférica, etc. Pero la ganancia rectora sigue exigiendo las minas abiertas, las selvas abatidas, la polución creciente, el incremento de desechos radiactivos, etc. ¿Y qué dicen los patronos de la ciencia? No seáis agoreros, más bien poneos a la tarea, inventad nuevas tecnologías que lo resuelvan. Y los demás, mientras ellos lo resuelven, distraeos, divertíos, y sobre todo seguid consumiendo.

La Compañía de las Indias Orientales necesitaba un ejército para mantener su dominio sobre el territorio de la colonia. Ahora el ejército de los poderosos son los medios de comunicación —de persuasión, los llama el lingüista y filósofo Noam Chomsky—. La publicidad y el consumo colaboran. Ya somos más civilizados, ¿o más dóciles? Los países que suministran materias primas tampoco se enfrentan ya con las armas a las fuerzas coloniales, sino que se las ceden a cambio de poder ser, ellos también, consumidores.

2
¿PATENTAR LA CIENCIA?

La etimología, tan útil a veces para encontrar significados ocultos en las palabras, en este caso nos engaña. La palabra «patente» viene del latín *patere*, que significa «estar expuesto». Y es que, cuando alguien hace un descubrimiento interesante y pretende patentarlo, lo que debe hacer es precisamente lo contrario: ocultarlo, no publicar nada, no comentar nada que pueda dar alguna pista hasta que esté patentado para que nadie pueda hacer uso de él sin su consentimiento o el de quien esté explotando económicamente el hallazgo.

Los científicos del mundo antiguo intercambiaban con libertad sus conocimientos y a veces se retaban a resolver problemas. Sin embargo, existe una anécdota curiosa que podría situar la idea inicial de las patentes en esa época, aunque no precisamente en relación con la ciencia.

Filarco, historiador del siglo III a. C., cuenta que en la ciudad de Síbaris, en la entonces llamada Magna Grecia, en el sur de Italia, se promulgó una ley según la cual «si algún experto cocinero descubría algún manjar particular y sofisticado, no se concedía permiso para que lo utilizase otro que no fuese el propio inventor hasta transcurrido un año, de manera que durante ese tiempo el inventor original tuviese también la exclusiva de su preparación, con el fin de que los demás, esforzándose, se superasen a sí mismos con otros platos del mismo tipo».[167] Este podría ser el testimonio más antiguo de algo equivalente a un derecho de patente.

Las patentes o «privilegios», como se las solía llamar, comenzaron a ser habituales en Venecia, tras la emisión en 1450 de un decreto que ordenaba la comunicación a la República de cualquier dispositivo

nuevo o técnica innovadora que alguien hubiera inventado o traído de otras tierras, para que fueran protegidos contra posibles copias por un periodo de diez años. Las invenciones que se protegían debían ser útiles, solo podían ser explotadas por el inventor o importador, y era obligado destruir cualquier dispositivo copiado con castigo para los infractores. Casi todas las patentes que se acogían al decreto estaban relacionadas con la fabricación de vidrio, industria floreciente en la Venecia de la época. Curiosamente, fueron los artesanos vidrieros venecianos los que, cuando emigraron, deseosos de tener unas condiciones similares en sus nuevos destinos, expandieron el sistema de privilegios a otros países, y de ahí pasó también a otros ámbitos.

En realidad, y durante mucho tiempo, se llamó patente a toda orden real que concedía oficialmente un privilegio a un particular. Cuando un monarca concedía a un armador de un navío el permiso para asaltar y robar barcos o poblaciones enemigas, a condición de que se repartieran el botín entre ambos, se decía que le daba una «patente de corso». Hablando claro, era un recurso legal mediante el cual el Estado privilegiaba a un individuo o a un grupo de ellos, permitiéndoles cometer una injusticia que había dejado de ser ilegal.

En el siglo XVII se extendió el uso de patentes para las invenciones o importaciones de novedades y se regularizaron las condiciones para su obtención en Inglaterra y en los gobiernos coloniales americanos. La Revolución francesa suprimió los privilegios a los importadores, pero mantuvo el apoyo a los inventores, concediéndoles derechos sobre la propiedad del invento. En 1791 Francia emitió la primera ley de patentes moderna del mundo, en la que se inspiraron antes o después el resto de países europeos y americanos. El florecimiento y la generalización de la política de patentes tuvo lugar en el siglo XIX, sobre todo en Estados Unidos. [168]

Este breve recorrido histórico nos muestra que hasta hace muy poco la investigación científica y el derecho de patentes han pertenecido a dos mundos diferentes, aunque haya habido puntos de contacto entre ellos. Los propietarios o explotadores de patentes

no han sido científicos, sino inventores de procedimientos o técnicas —el cocinero, el vidriero, el corsario, el artesano ingenioso y, a partir del siglo XIX, el tecnólogo—. Así, los científicos Faraday y Maxwell sentaron las bases de la electricidad y el magnetismo, pero nunca patentaron nada; fueron los tecnólogos Edison, Tesla, Westinghouse o Bell quienes, basándose en sus hallazgos, generaron nuevos productos para los que consiguieron patentes y de los que obtuvieron beneficios económicos.

Aunque ahora algunos argumenten que sin patentes no habría ciencia, eso no es cierto. Durante mucho tiempo la ciencia se practicó por sí misma, porque corresponde a un instinto humano, como una tarea intelectual. Y sus hallazgos son y deben ser una propiedad común, pues esta es la esencia de su progreso. La amalgama que se hace en la actualidad de ciencia, tecnología y negocio es altamente peligrosa.

Una patente requiere la existencia de una invención novedosa, con altura inventiva y aplicación industrial. Pero la creciente presión de los mercados ha llevado a cambios en la política de patentes, lo que ha permitido que cada vez más conocimientos científicos que tuvieran la más mínima posibilidad de explotación económica sean patentados en lugar de comunicados públicamente. Esto impide la libre circulación del conocimiento que ha sido siempre indispensable para la investigación científica.

Unos meses antes del comienzo de la Administración Reagan se introdujo en Estados Unidos una enmienda a la Ley de Patentes y Marcas en la que, por primera vez, se permitía la privatización de los derechos sobre invenciones derivadas de investigaciones financiadas por el Gobierno federal.[169] Se estimulaba también la cooperación entre universidades y empresas, lo que resultó en un incremento significativo del número de patentes por año.

La cultura de las patentes se ha introducido en la ciencia utilizando distintos mecanismos. Uno de ellos es valorar de igual manera en el currículo de los investigadores la publicación de un hallazgo relevante en una revista científica de prestigio que mantener el mismo hallazgo oculto para tratar de conseguir una

patente, por si de él se pudiera obtener alguna aplicación práctica susceptible de ser vendida y generar beneficios. Esta estrategia, a la que animan las propias universidades y organismos de investigación, tiene especial acogida entre los investigadores jóvenes ansiosos de sumar puntos a sus currículos. También se lanza el anzuelo a los directores de proyectos, con el acicate de un posible beneficio económico si el hallazgo resulta de alguna manera comercializable y rentable.

Pero se ha dado un paso más. Muchos científicos no se limitan a patentar sus hallazgos, sino que crean sus propias empresas para convertirlos ellos mismos en productos. Estas empresas, conocidas como *spin off*, especialmente numerosas en informática y biotecnología, si tienen éxito acaban cotizando en bolsa o bien son vendidas a grandes compañías. Dos de los tres galardonados con el Premio Nobel de Física de 2022 tenían sus propias empresas, y lo mismo ha ocurrido entre los químicos. Se abre así un nuevo círculo de influencias entre el premio, que ofrece ventajas al negocio, y los negocios, que ejercen presión sobre los comités que deciden los premios.

El sistema de patentes actual supone una privatización de la ciencia, del mismo modo que se han privatizado o van camino de ello los sistemas de salud o la enseñanza. Y siempre que existe coincidencia entre actividades públicas y privadas se produce el mismo fenómeno: las partes onerosas del proceso corren a cargo de las finanzas públicas mientras que de aquellas que producen beneficios se ocupan las privadas. Así, en el caso de la sanidad, en el que casi todo el mundo, desafortunadamente, tiene experiencia, es bien sabido que los seguros privados de salud atienden aquellas enfermedades que no acarrean un gasto excesivo, mientras que no acogen a personas con enfermedades previas que requieran atención permanente y se inhiben ante actuaciones costosas como los trasplantes, los tratamientos anticancerígenos prolongados o los cuidados paliativos.

De forma similar en la ciencia, la parte que no conlleva ganancia inmediata alguna —las observaciones, los experimentos y las demostraciones de la ciencia básica en la que se fundamentarán los

objetos de patente— es financiada mayoritariamente por los organismos públicos, reservándose las corporaciones amparadas por las patentes la fabricación del producto final, así como su comercialización. De hecho, en Estados Unidos el 75 por ciento de los medicamentos realmente novedosos, es decir, aquellos que suponen el uso de nuevas entidades moleculares (NEM), proceden de investigaciones realizadas en, o financiadas por, los Institutos Nacionales de la Salud (NIH), mientras que las compañías farmacéuticas patentan sobre todo los fármacos llamados «yo también», es decir, variaciones de fármacos ya existentes, a veces tan simples como presentarlos en una dosis diferente.[170]

En la pandemia por el SARS-CoV-2, causante de la COVID-19, se vio muy claramente que la fabricación de vacunas estuvo en todo momento dirigida al enriquecimiento de las grandes compañías implicadas. Las vacunas surgidas sin la cobertura de una patente, las que pretendían ser libres de patente, como las de Finlandia[171] o Cuba, no contaron con la financiación necesaria para llevar a cabo los ensayos clínicos por parte de ningún Estado ni de ningún organismo público internacional, lo que podría haber dado lugar a unas vacunas que se hubieran podido replicar en distintos países y todo el mundo hubiera tenido acceso a ellas. En cambio, la vacuna de Moderna sí recibió ayuda del Gobierno estadounidense. Pfizer, por su parte, basó su vacuna en la tecnología desarrollada por la empresa alemana BioNTech, que había sido financiada por organismos públicos, igual que lo habían sido las bases científicas en las que se apoyaba.

Por otra parte, la biotecnología ha generado recientemente procesos y productos con posible valor de mercado. Como consecuencia de ello, las oficinas de patentes, amparadas por los tribunales de justicia y las leyes, han comenzado a incorporar poco a poco microorganismos, plantas, animales, material biológico o genético humano, etc. Se está patentando la naturaleza.

El invento es patentable, el descubrimiento no lo es. No obstante, esa línea divisoria parece haberse esfumado. La patentabilidad se ha hecho extensiva a todo lo mercantilizable.[172]

Aunque ajeno a la ciencia, un buen ejemplo de la nueva ley del *far west* que se ha instalado en el mundo de las patentes es lo que ha ocurrido con la panela. Es esta un producto obtenido de la caña de azúcar mediante técnicas artesanales y populares desde hace cientos de años en varios países iberoamericanos, especialmente en Colombia, donde representa un recurso económico importante. Pues bien, en 2019 The Cane Juice Company solicitó y obtuvo un permiso de patente en Estados Unidos, con la justificación de que el procedimiento no estaba previamente patentado.[173] Esto impide la exportación de panela a ese país por parte de los productores ancestrales colombianos.

Genes, algoritmos o bases de datos que se consideraban parte de la investigación básica figuran ahora como entradas en los campos de patentes, aunque no supongan invención ni innovación. La ciencia ha pasado de ser un bien público a constituir un bien financiero. Deja de ser una riqueza universal y pasa a ser un régimen controlado por los mercados.[174]

Las patentes tienen, sin duda, una función. Estimulan a los ingenieros y tecnólogos en general a inventar instrumentos, procedimientos o nuevos productos, porque el sistema de patentes les permite conseguir un beneficio que les compensa por el esfuerzo y el dinero invertidos en su invención. Sin embargo, da la impresión de que se han perdido los límites. Solo tenemos que mirar un poco hacia atrás. El Decreto Ley de la Propiedad Industrial de 1929 en España prohibía expresamente patentar productos farmacéuticos y alimentos en atención al interés general, norma que fue eliminada en 1986. Actualmente, las mismas compañías que en su momento presionaron para liberar esa norma dificultan, e incluso impiden, a través de su influencia sobre los poderes públicos, el uso de medicamentos genéricos una vez caducadas sus patentes. El orden de prioridades está claramente invertido.

3
EL RELATO TECNOLÓGICO

Apenas unos meses después del final de la Segunda Guerra Mundial, el presidente de la compañía Westinghouse Electric hacía un discurso con el título «La edad de oro del futuro», muy representativo del triunfalismo tecnológico de la época en Estados Unidos:

> Hoy se ha desarrollado una nueva civilización dominada por las máquinas que ha construido el hombre y que le han dado más libertad […]. El hombre ha sido liberado de la faena penosa que significa emplear todas sus horas para atender sus necesidades como antaño […]. Durante los últimos cien años el genio humano ha aprendido a utilizar el conocimiento científico. Hemos cambiado la faz de la Tierra. Aprendimos a combatir los gérmenes, los anestésicos hicieron posible la cirugía […]. Luego se produjo la guerra, y nuestro conocimiento de las máquinas nos permitió idear dioses de destrucción que sobrepasaron la pesadilla de un loco. Como culminación, solucionamos el enigma del poder atómico, e Hiroshima desapareció entre las llamas […]. Como dueños del poder atómico y de terribles máquinas nuevas, comenzamos a preguntarnos si esta será realmente una edad de oro.[175]

Actualmente nadie se atrevería a hacer un discurso así. Considerar una culminación el éxito de las bombas atómicas sería, cuando menos, políticamente incorrecto, pero en aquel momento muchos estadounidenses se sentían eufóricos con la victoria bélica. Por otra parte, la lectura actual otorgaría un significado radicalmente distinto a la frase «hemos cambiado la faz de la Tierra». El orador tenía en mente las ciudades iluminadas por la electricidad, recorridas por automóviles, con rascacielos, ascensores, etc. Ahora «la faz de la Tierra» se interpretaría en términos estrictamente geológicos y llevaría nuestra imaginación al Ártico que se deshiela, a la

desertificación creciente, a la Amazonía abatida, a la desaparición de costas habitadas, etc. Y no, desde luego no se trataba de una inversión del mito de la Edad de Oro, que se trasladaba al futuro, sino más bien de la consolidación del mito, o del relato, tecnológico.

La tecnología confiere poder a la sociedad en la que se asienta y, por tanto, amplifica o potencia el grado de sensatez o de estupidez que predomina en ella. Cuando el desarrollo tecnológico se hipertrofia en relación con el de la filosofía o la ética, cuando prolifera en medio de la ignorancia de sus usuarios, cuando el mundo de las ideas se ha reducido notoriamente, se produce una combinación muy peligrosa que tiene un gran poder de manipulación.

En los últimos años la publicidad ha penetrado en nuestros espacios más íntimos. El Times Square de Nueva York se ha instalado en nuestros bolsillos, en la pantalla de ese fiel compañero al que rara vez abandonamos y que nos recuerda día y noche todo aquello que podríamos poseer, visitar, escuchar, siempre consumir. Todo ello seleccionado con mimo para cada uno de nosotros, adaptado a nuestros deseos más ocultos, que los algoritmos determinan a partir de los datos que cedemos gratuitamente. Cada clic es una fuente de información que muestra nuestras ansias, nuestros puntos débiles, nuestra vulnerabilidad. La tecnología, que tendría la posibilidad de satisfacer las necesidades que tenemos, se emplea, por el contrario, en crear necesidades nuevas.

De las dos dimensiones en torno a las cuales se articulan las sociedades humanas, técnica y cultura, ninguna de ellas ha permanecido al margen de la voracidad capitalista. El incremento continuo que exige el dinero ha encontrado en la hegemonía tecnológico-publicitaria la manera de invadir y formar ya parte permanente de lo que llamamos «nuestra cultura».

En los orígenes del capitalismo, aquel que analizó profunda y certeramente Karl Marx, los trabajadores eran los generadores de plusvalía. Los obreros acudían a las fábricas, donde hacían funcionar las grandes máquinas, y generaban manufacturas por necesidad, para poder vivir con el salario o el jornal que recibían a cambio. Hoy las circunstancias son muy diferentes. Las grandes máquinas ya no

son las protagonistas; en las fábricas, buena parte de los operarios han sido remplazados por robots y con menos mano de obra se satisface la producción. Muchos de los antiguos obreros de la fábrica o del taller han pasado a ocuparse de las ventas, bien como teleoperadores o como repartidores, solos, sin compañeros de trabajo y con jefes que pueden encontrarse a miles de kilómetros de distancia. Ningún encargado de taller te llamará la atención, amigo mío, ¡qué suerte tienes!, eres independiente, eres tu propio jefe. Y, si no estás conforme, *no problem*, ya acude otro, que este trabajo lo puede hacer cualquiera. Así, las condiciones laborales han empeorado hasta tal extremo que se hace imposible obtener a sus expensas más beneficios.

Pero el negocio tiene que continuar creciendo, es la ley del capitalismo: cada año la ganancia ha de ser mayor que la del anterior.

Y si fue la robótica la que desplazó a los operarios de las fábricas, son las tecnologías de la información y la comunicación las que han acudido en auxilio del sistema, haciendo del consumidor el sujeto preferente sobre el cual se produce la extracción económica y de la publicidad personalizada el instrumento de dicha extracción. Pasaron los tiempos en que al consumidor había que satisfacerlo, «el cliente siempre tiene razón», se decía. Ahora solo hay que conseguir que siga comprando, pero para eso se cuenta con incesantes innovaciones tecnológicas que, conocedoras de los deseos y las circunstancias de cada uno, persuaden a medida. Y te sientes feliz porque te traen a domicilio una mercancía producida a diez mil kilómetros de distancia. ¡Feliz consumidor de basura barata!

El anunciante puede ahora conocer casi en tiempo real el número de personas que miran su anuncio, el tiempo que le dedican como posible indicador de su interés, su ubicación física, sus características personales, etc., lo que le permite bombardearlo con anuncios similares o complementarios. Esto no es un efecto colateral, sino el elemento rector de los servicios digitales. Internet no nos está dando una información que nos interesa a la que añade algunos anuncios; eso es lo que hacía la prensa. Internet se ha convertido en una herramienta para vender productos, y la

información adicional que recibimos es el acicate para que permanezcamos conectados. Como dice James Williams, se trata de una «economía de la atención en la que los incentivos retribuyen que se absorba y retenga la atención del usuario. El objetivo es que sigamos mirando, leyendo, clicando».[176]

¿Como lo han conseguido? La psicología fue la ciencia auxiliar de la publicidad en la segunda mitad del siglo XX, indicando cuáles eran los mensajes más efectivos según el producto que se pretendiera vender. Actualmente la neurociencia nos ayuda a entender la eficacia de la economía de la atención. A finales de los años cincuenta, en un laboratorio de la Universidad de MacGill, en Montreal, unos investigadores observaron que si estimulaban una zona precisa del cerebro de una rata cada vez que esta elevaba una palanca, el animal continuaba moviendo la palanca sin parar, olvidándose incluso de comer o beber. Esto llevó a identificar los conocidos como circuitos neuronales del placer, esenciales para la supervivencia, aunque también responsables de las adicciones. Hoy, ese pequeño artilugio que se coge en una mano con el cariño con el que se acaricia a una mascota, ese teléfono móvil llamado «inteligente», se ha convertido en nuestra puerta de comunicación con el mundo y en la fuente de un placer al que no nos podemos sustraer. Nunca en la historia de la humanidad había existido una adicción colectiva tan eficaz. Es nuestro nuevo medio de persuasión a la carta. En la sociedad que se pretende de la libertad se ha generado una nueva y poderosa dependencia que está directamente relacionada con la falta de participación social y la docilidad política que nos caracterizan.

En la economía digital la nueva moneda son los datos. Datos que, cedidos gentilmente por los usuarios, informan sobre su conducta y permiten hacer predicciones sobre sus futuras decisiones. El análisis de datos sofisticado, el llamado *big data*, constituye la más eficaz herramienta de persuasión. Dominic Cummings, director de la campaña del referéndum para la salida del Reino Unido de la Unión Europea en 2016, lo tuvo claro: «El futuro de la comunicación política está en las manos de los analistas de datos, no en la de los

mentirosos charlatanes», decía. Y los analistas de datos a sus órdenes enviaron a cada votante aquel tipo de publicidad al que lo consideraban más vulnerable.

Los obreros que aún trabajan en la producción pueden rebelarse y recurrir a la huelga para mejorar sus condiciones de trabajo, pero el consumidor acude gozoso a entregar su tiempo, su dinero y su intimidad. E incluso se siente satisfecho si puede comprar muchos productos, aunque sean de escasa calidad y duración. Además, los obreros eran solo una parte de la población, pero consumidores somos todos. Es un notable cambio de escala.

El sujeto de la extracción es, por tanto, más numeroso, voluntario, satisfecho, inconsciente, carente de una teoría —como fue el marxismo— que desenmascare su situación o de un sindicato o partido político que lo defienda.

La tecnología actual ha puesto ante mentes inexpertas herramientas que nos conducen a vivir en permanente riesgo nuclear, al cambio climático, a la vigilancia y control masivo de las personas a través de los móviles y las plataformas digitales, a la invasión sin cortapisas de la publicidad en nuestro día a día, etc. Y la población se emboba con sus pequeños artilugios y los jóvenes dicen que son la generación tecnológica, no porque hayan hecho un esfuerzo creativo para su invención o fabricación, ni siquiera porque tengan conocimiento del funcionamiento de sus *gadgets*, sino simplemente porque los utilizan. «En mi generación hasta el ocio es tecnológico», decía un joven en la radio. Todos somos algo científicos porque todos sabemos usar los artilugios derivados de la tecnología. Se podría interpretar como una enajenación, pero se vive más bien como una impregnación. Incluso la mítica idea de progreso que al principio de su andadura abarcaba aspectos materiales, pero también sociales, culturales o políticos, casi se ha restringido a la disponibilidad tecnológica. Es posible que haya más gente que jamás ha visto una gallina que personas que jamás han visto un móvil.

El nuevo relato de moda, el mito de la tecnología, está okupando la sociedad. Es como un ejército enemigo camuflado al que hemos abierto de par en par las puertas de nuestra ciudad.

¿Por qué esa docilidad del consumidor? Porque ha asumido el nuevo mito. Si es tecnológico es bueno, es amable, es divertido, es entretenido, es *cool*.

En *Tiempos modernos* Charles Chaplin se introducía entre las ruedas dentadas de la gran máquina. Hoy se implantaría un chip.

4
LA BANALIZACIÓN DE LA CIENCIA

En un programa de radio de verano, livianos como suelen ser, oía no hace mucho que, después de la Biblia, el libro más vendido era el *Guinness de los récords*. Y en relación con este récord de ventas, cierto o no, narraba el locutor el origen de tal invento. Se trataba de dos individuos que, tras discutir durante una cacería qué especie de aves era la más veloz, pensaron que ese tipo de preguntas y sus correspondientes respuestas eran de gran interés para la sociedad, por lo cual decidieron editar un libro con esos contenidos. Aun sin entrar a considerar las razones por las que dicho conocimiento podría ser de interés para un determinado grupo humano, más extraño aún fue que tales comienzos dieran lugar no ya a una recogida de datos más o menos estrafalarios, sino a su esforzada creación. Trescientas parejas juegan al pádel simultáneamente para ser fotografiadas e incluidas en un libro, hasta que en la siguiente edición quedan olvidadas, ya que en un nuevo evento ha conseguido congregarse un número escasamente mayor. Es un paradigma en el que se incluyen varios mitos actuales: la competencia —ser el mejor es un valor, independientemente de en qué—, el progreso —cada vez el logro de que se trate será mayor, no importa con qué consecuencias— y la homologación en la banalidad —todo lo que alguien desee o por lo que se interese tiene valor en sí—.

Viene a cuento la anécdota porque la ciencia, que se ha venido considerando una herramienta de progreso y en la que los científicos compiten por llegar a resultados que expliquen mejor la realidad, recientemente ha sufrido también un proceso de banalización.

Un uso espurio de la ciencia en favor de una ideología se ha puesto en evidencia en varias ocasiones.[177] En la Grecia clásica,

Platón, que en absoluto fue un científico, pero sí bastante convincente, hizo que su personaje Timeo expusiera en el diálogo del mismo nombre opiniones supuestamente científicas que tuvieron bastante repercusión. El historiador de la ciencia George Sarton advierte a propósito de ello que «los errores nunca son más peligrosos que cuando se presentan bajo el manto de la ciencia».[178] En la misma línea, recientemente el profesor de economía Juan Torres decía en la promoción de uno de sus libros: «No permitas que te vendan como ciencia lo que solo es ideología»,[179] aludiendo a que muchas veces se presentan como verdades objetivas afirmaciones radicalmente falsas, expresión de una ideología y no auténticas proposiciones científicas.

En la actualidad, quizá la manifestación mayor de la banalización de la ciencia es su utilización como medio de persuasión al consumo. La ciencia, que nació como la forma de conocimiento que con más garantías trataba de comprender la realidad, ha entrado en un terreno realmente resbaladizo. Su significado se ha hecho menos exigente, de manera que se califica como científico no solo aquello que ha sido comprobado con rigor, comunicado y aceptado después de que otros lo hayan puesto a prueba, y que ofrece garantías de verdad mientras no se demuestre lo contrario, sino cualquier cosa que, tras ser revestida con palabras técnicas, sea susceptible de venderse y comprarse. Productos alimenticios a los que se añaden complementos con nombres científicos, ya sea el ácido graso omega 3, el *Lactobacillus casei* o los antioxidantes, y a los que se atribuyen propiedades preventivas o incluso curativas no demostradas; cosméticos que contienen ácido hialurónico o similares, de los que se afirma que retrasan un proceso natural indeseado como el envejecimiento; pseudofármacos que contienen fósforo supuestamente para incrementar la memoria; todos ellos utilizan el prestigio de la ciencia como argumento publicitario sin el más mínimo fundamento.

Por eso en muchas ocasiones, cuando en nuestra sociedad se pronuncia la palabra «ciencia», se está hablando de lo que no es, de lo que nunca quiso ser, de aquello a lo que justamente quiso enfrentarse en los primeros intentos humanos de abordar la

interpretación del mundo con las herramientas de la razón y en busca de la certeza.

En 2012 la Comisión Europea lanzó una campaña titulada «Science: it's a girl thing», mediante la cual se pretendía que un mayor número de mujeres se incorporaran a las carreras científicas. El vídeo que encabezaba la campaña era un cúmulo de estereotipos en el que se mostraban zapatos de tacón alto, barras de labios, modelos estupendas disfrazadas con alguna bata o con gafas protectoras, o sosteniendo una pipeta, al tiempo que andaban de forma sinuosa y hacían que sus compañeros alzaran los ojos del microscopio para mirarlas con embeleso. En fin, una sarta de tópicos que despertó las protestas de numerosas científicas, lo que provocó que la campaña fuera suspendida apresuradamente. Si pensamos en el elevado número de personas que tuvieron que participar para hacer realidad aquel vídeo —quienes lo encargaron, quienes lo idearon, quienes lo realizaron, quienes lo visualizaron y quienes dieron el visto bueno— la conclusión es desoladora. No se dieron cuenta de lo ofensivo que era, y no solo para las mujeres, sino para la propia ciencia. Los promotores debieron aprender del libro *Guinness de los récords*, porque compitieron por conseguir la mayor banalidad posible que, en su imaginario, podría relacionarse con la idea de la ciencia.

Una de las palabras fetiche de la ciencia banalizada es «innovación». Aunque cualquier hallazgo científico es necesariamente novedoso, el término «innovación» evoca un proceso, una metodología, en definitiva, hace la ciencia algo más tecnológica. La RAE nos da algunas informaciones interesantes al respecto. Mientras el uso de la palabra «ciencia» ha disminuido casi a la mitad desde los años sesenta del pasado siglo, la palabra «tecnología» ha aumentado diez veces su uso. Según la misma academia, innovación es «la creación o modificación de un producto y su introducción en un mercado». La ciencia se quiere hacer más tecnológica y más próxima al mercado. Se intenta innovar una técnica, un procedimiento, una aproximación para aumentar las probabilidades de obtener financiación y, sobre todo, para abrir la

posibilidad de que la investigación genere un producto susceptible de ser comercializado. Se busca la innovación del producto, no la del conocimiento.

En la Atenas del siglo V a. C. la ciencia tenía prestigio, por eso la utilizó Platón en beneficio de sus ideas. Pero mayor aún era el desarrollo del pensamiento ético y democrático. Actualmente también la ciencia goza de gran predicamento, pero no hay una moral social que impida que pueda ser utilizada con motivos torticeros.

Rafael Argullol nos ofrece una imagen del siglo XX como «un gigante cojo con una pierna, la científica y técnica, cada vez más musculosa, y otra, la "espiritual", cada vez más atrofiada», al tiempo que se hunden las ideologías, desaparecen las utopías y surgen sentimientos religiosos cargados de fanatismo. En este contexto, dice, «prevalece el hombre inmediato, confiado en una razón instrumental, pragmática, utilitaria».[180] Ese hombre «inmediato» de Argullol es el actor y receptor de la ciencia actual, lo que la puede conducir a su deriva más peligrosa y a desvirtuar sus objetivos.

Una de las causas de la banalización que convierte a la ciencia en herramienta de intereses que le son ajenos es la falta de formación científica de la mayor parte de los ciudadanos. Cualquiera que no haya cursado un bachillerato de ciencias es casi un analfabeto científico. Un biólogo no ha estudiado astronomía, un biofísico no sabe geología, un paleontólogo puede no conocer nada de física, ni un astrónomo de genética; sin embargo, cualquiera de ellos, al leer una noticia científica sobre una disciplina distinta a la suya en la prensa no especializada, puede entender la importancia de un determinado hallazgo, su contexto o sus limitaciones. Esa es la capacidad que debería proporcionar a todos, alumnos de letras incluidos, una educación científica básica, de modo que no se sintieran tan perdidos ni cayeran con tanta facilidad en manos de embaucadores. Y no es cuestión de enseñar a los adolescentes las leyes de Maxwell ni la ecuación de Einstein, sino de que comprendan qué es la ciencia, cuáles son las condiciones para que un

conocimiento se considere científico, dónde están los límites de la ciencia o para qué sirve.

Otra cosa que deberían saber todos los ciudadanos, y para ello no hacen falta grandes conocimientos científicos sino tan solo un poco de perspicacia, es que cuando una investigación ha sido financiada por una industria privada —y hay numerosos ejemplos en las industrias farmacéutica y alimentaria— tienen que contemplar los resultados con mucha cautela, cuando no ponerlos directamente en duda, pues un resultado negativo de los investigadores habría generado un conflicto de intereses y cesaría el apoyo económico al laboratorio que investiga. Puede que no se diga una mentira, pero es muy posible que no se cuente toda la verdad.

La banalización de la ciencia se pone también de manifiesto de forma evidente cuando aparece o aumenta el auge de una disciplina. La neurociencia, de desarrollo relativamente reciente, despierta interés incluso en personas ajenas a la ciencia. Quienes no tienen conocimientos de biología buscan a veces en la neurociencia una respuesta definitiva a algunas preguntas que lingüistas, psicólogos, filósofos e incluso sociólogos se han hecho a lo largo de los años y sobre las que se han elaborado cientos de teorías y rellenado millones de páginas. Y cuando se les explica que en este, como en otros campos, la ciencia no da respuestas definitivas, sino que intenta ir resolviendo cautelosamente aspectos concretos de los problemas que aborda, se sienten decepcionados y confirman que por ahí no se avanza y que mejor es seguir elaborando teorías especulativas por si alguna consigue sobrevivir más tiempo y crear la ilusión de un problema resuelto.

Lo que distingue a la ciencia es su convicción de que el mundo es inteligible y su intento de explicarlo mediante principios lo más generales posibles. La ciencia es ardua; hay que luchar contra la ilusión, la falacia, la creencia, la certeza subjetiva, pues ninguna de ellas es fuente de conocimiento. La revisión por pares —que no significa que los trabajos tengan que ser revisados por un número par de personas, como dijo una vez en mi presencia un supuesto experto en política científica, sino por otros científicos que trabajen en el mismo campo—, los métodos de doble ciego para los ensayos

clínicos —en los que los pacientes no saben si toman el fármaco o el control, para evitar el efecto placebo, ni tampoco lo conocen los investigadores, para evitar el sesgo de confirmación—, los debates abiertos, etc., son algunos de los mecanismos de seguridad propios de la ciencia y que ninguna otra forma de conocimiento posee.

5
MORIR DE ÉXITO: ANTROPOCENO

La espiral por la que han ascendido la ciencia y la tecnología, auspiciadas por la codicia insaciable del capital en un mundo globalizado e imbuido del mito del progreso, parece haber llegado a un punto crítico.

Ya en los años setenta del pasado siglo, mientras el *mainstream* seguía llamando progreso al crecimiento económico, algunas voces advirtieron, desde la ciencia, de los peligros del consumo excesivo de materias primas.[181] Los recursos naturales son finitos, decían, y no podrán soportar un crecimiento que se prevé ilimitado. Pero pocos los escucharon.

Sin embargo, desde finales del siglo XX, y de forma creciente a comienzos del XXI, se ha producido un cambio en la apreciación de ese supuesto progreso infinito, y cada vez es mayor —aunque aún no mayoritaria— la conciencia de las consecuencias catastróficas, tanto ecológicas como sociales, que conlleva. El aumento incesante del gasto energético ha dado lugar a un agotamiento de las fuentes de energía fósil, que no se pueden renovar, a la vez que a una contaminación del aire que respiramos y a un cambio climático cuyas consecuencias sería demasiado terrorífico vislumbrar en su totalidad. Por su parte, tanto la producción de energías renovables como las tecnologías digitales, base actual de la comunicación, requieren nuevas materias primas cuya obtención devasta el territorio.

El mayor desastre en el periodo de mayor abundancia, una buena paradoja. Se habla de crisis energética en la época en que se genera más energía que nunca. Y de desigualdad socioeconómica y pobreza en el momento en que la riqueza global es mayor. Un comunicado de

prensa de 2021 del Banco Mundial dice que «la riqueza mundial ha aumentado en general, pero a expensas de la prosperidad futura y agravando las desigualdades».[182] ¿Qué clase de mundo estamos dejando?

Actualmente, y por primera vez en la historia, los conocimientos científicos no animan o incitan a la sociedad humana a un mayor desarrollo y crecimiento económico, sino que constatan y avisan del fracaso, pronostican un desastre global y aconsejan freno y marcha atrás. La reacción a estos avisos durante una serie de años ha sido de desconfianza, lo cual plantea la duda de si las alabanzas que con anterioridad recibía la ciencia eran realmente debidas al avance del conocimiento o más bien porque fue trampolín para la riqueza, no de todos, pero sí de los que supieron aprovechar las circunstancias en su beneficio.

Yuval Noah Harari, en su libro *Sapiens*, hace una interpretación antropológica de la acción del hombre sobre la naturaleza. Destaca que, desde los comienzos de la especie, allí donde *Homo sapiens* se expandía, acababan por desaparecer los grandes mamíferos.[183] Y explica cómo la invención de la agricultura, que permitió a los humanos contar con una fuente de alimentación permanente y relativamente controlable, dio lugar a un incremento de la población que a su vez obligaba al cultivo de superficies cada vez más extensas, para lo que era necesario un crecimiento aún mayor de la población, etc. Y fue de ese círculo vicioso inicial de donde surgió el cambio social que dio lugar a la creación de ciudades, a los enfrentamientos entre ellas y al patriarcado.

Según Harari, los sapiens son depredadores por naturaleza. ¿No existe un intento de desculpabilizar al capitalismo? No es la estructura socioeconómica, es la naturaleza humana, parece decir.

Primero transformaron la naturaleza mediante el uso de herramientas para sobrevivir, después para facilitar el trabajo, más tarde para satisfacer otras necesidades. Así vivieron los humanos durante decenas de milenios. Pero apenas ayer se produjo un punto de inflexión a partir del cual el mecanismo se invirtió, de manera que

ya no se transforma la naturaleza y se produce para satisfacer las necesidades, sino que se crean necesidades y se transforma la naturaleza para satisfacer la producción.

Una vez que la producción y la ganancia que conlleva se han convertido en los elementos rectores de las sociedades de sapiens, cualquier desarrollo de nuevas herramientas se incorpora a esos objetivos. Y las poderosas herramientas de que hoy disponemos confieren a esa utilización de la naturaleza unas dimensiones antes inimaginables.

La ciencia está ayudando a verificar y cuantificar estos cambios. Un estudio científico demostró hace unos años que, desde el inicio de la ganadería hasta la actualidad, se ha perdido el 83 por ciento de los mamíferos terrestres.[184] Pero según otro más reciente en el que se analizan numerosas poblaciones animales de más de cinco mil especies distintas a escala mundial, solo en los últimos cincuenta años, o sea, desde que se publicaron las primeras advertencias en los años setenta del siglo XX hasta la actualidad, el número total de animales en el planeta ha disminuido casi en un 70 por ciento, con datos especialmente alarmantes en Sudamérica y el Caribe, donde la disminución es del 94 por ciento.[185]

Las estimaciones actuales de la distribución de la biomasa, es decir, de la masa que conforman todos los seres vivos del planeta Tierra, medida en gigatoneladas de carbono (GtC), componente básico de todos ellos, ofrece también resultados desconcertantes. [186]

La mayor parte de la materia viva la constituyen las plantas y las bacterias, de manera que solo el 5 por ciento del total corresponde a los animales. Los humanos representamos el 0,01 por ciento de la biomasa total, es decir, somos cuantitativamente bastante insignificantes.

Pero nuestra huella tiene una magnitud que no deja de sorprender. Del total de mamíferos sobre el planeta, el 36 por ciento somos humanos, el 60 por ciento son los animales que mantenemos artificialmente para nuestra alimentación y solo el 4 por ciento restante son mamíferos salvajes. Increíble, ¿no? La biomasa de los

animales que criamos para nuestra alimentación, sobre todo vacas y cerdos, es mucho mayor que la que corresponde a todos los humanos más todos los animales libres. Pero no, no es un error, porque si miramos a las aves, las que tenemos en granjas —o más bien en jaulas— suponen el 70 por ciento del total de aves del planeta. La desaparición de la vida salvaje en los océanos ha sido más lenta, pero en los últimos trescientos años los mamíferos marinos se han reducido al 20 por ciento.[187]

Algunos científicos consideran que estamos ante la sexta extinción masiva de vida en una historia de cuatro mil millones de años, ya que más de la mitad de los animales se han perdido en el último medio siglo. Esto marcaría una nueva era geológica llamada Antropoceno, palabra ya recogida por el diccionario de la RAE y definida como «época más reciente del periodo cuaternario, que abarca desde la mitad del siglo XX hasta nuestros días y está caracterizada por la modificación global y sincrónica de los sistemas naturales por la acción humana». En un hipotético registro fósil en un futuro lejano, dicha época se podría identificar por los acúmulos de un nuevo tipo de huesos de pollo, más débiles que los de sus antepasados. Los paleontólogos del futuro plantearán la hipótesis de que aquellos pollos debían llevar una vida sedentaria en comparación con sus antecesores. ¿Por qué habrá tantos y por qué serán tan débiles? —se preguntarán—. ¿Por qué, si eran constitutivamente débiles, se reprodujeron tanto? ¡Menudo puzle!

La revista *Nature* ha publicado recientemente un estudio según el cual la masa de todo lo construido por los humanos ya supera a la masa de todos los seres vivos. Se considera que el peso de todas las cosas que producimos se ha duplicado cada veinte años en los últimos cien, al tiempo que ha ido disminuyendo el peso de los seres vivos, sobre todo por la destrucción de bosques y espacios naturales.[188]

Pero no solo queremos alimentarnos y vivir en grandes edificios, construir presas, monumentos grandiosos o infraestructuras varias; también queremos desplazarnos continuamente de un sitio a otro, vivir en un lugar agradable y trabajar en donde sea conveniente,

aunque esté lejos, divertirnos en regiones remotas atraídos más por la publicidad que por la curiosidad —que, al menos, responde a un instinto—. Todo ello nos aboca, lo sabemos, a la contaminación del aire, al agotamiento de las fuentes de energía y de otros recursos naturales, a la emergencia climática.

Oigo en un programa de radio —quiero decir con esto que no se trata ya de información especializada, sino difundida en un medio habitual— que los depósitos de residuos nucleares de actividad muy baja deben confinarse durante un periodo de sesenta años, los de baja y media actividad durante trescientos años y los de alta actividad durante quinientos. Estamos hipotecando un futuro de siglos.

Es el momento más crítico para el planeta en los cuatro mil millones de años transcurridos desde el comienzo de la vida en él. Thomas Halliday hace el siguiente símil: si la vida en la Tierra se redujera a un día y se proyectara como una película, pasarían tres millones de años por minuto. Veríamos ecosistemas que se forman y decaen, continentes que se desplazan, extinciones masivas, etc. [189] En esa proyección imaginaria, la historia humana comenzaría en la última décima de segundo. ¿Cómo es posible que esa última décima de segundo esté amenazando algo con esa trayectoria anterior?

Ante esta situación se producen dos tipos de respuestas erróneas e igualmente peligrosas, en mi opinión: la de los que confían ciegamente en que la ciencia y la tecnología, que consideran la misma cosa, resolverán los problemas y que no hay que preocuparse por ello —de estos se ocupa el final de este capítulo—, y la de los que, en su intento de desacelerar y decrecer para conservar la integridad del planeta, confunden la diana y hacen responsables del desastre precisamente a la tecnología y a la ciencia. Y, en lugar de mirar a los grandes beneficiarios de esta sociedad que mercadea con los conocimientos, centran sus sospechas en los conocimientos mismos. A estos, porque entiendo que son bienintencionados y que no debemos perder su alianza, va dedicado el capítulo siguiente.

Algunos redoblan el mito del progreso: la ciencia y la tecnología nos resolverán los problemas de la desertificación, de la contaminación, del cambio climático, etc. Se encontrarán nuevas fuentes de energía, se identificarán formas de limpiar la atmósfera y los mares, de manera que nuestra forma de vida se mantenga. No hay que preocuparse, ellas lo harán, sigamos consumiendo. No se dan cuenta de que si la tecnología pudiera resolver alguno de esos problemas, aparecería el siguiente, porque en realidad no se trata de cuestiones independientes, sino que todas ellas son síntomas de un problema de mayor nivel: el consumo de recursos naturales por encima de las posibilidades del planeta. Esta postura es defendida fundamentalmente por las élites del mundo económico y financiero, que mientras la Tierra y sus habitantes sean explotables, mientras se pueda continuar obteniendo beneficios a partir de ellos, seguirán apostando por el «progreso»; pero también es apoyada por utópicos e ingenuos, creyentes ciegos —no conocedores— de la ciencia y la tecnología, que confían en que estas aportarán soluciones definitivas.

Una prueba de esta mixtificación es que son justamente las grandes compañías que controlan las energías —Acciona, Endesa, Naturgy, Iberdrola o Repsol en España— las que se anuncian alardeando de cómo cuidan el medio ambiente, al tiempo que hacen continuas propuestas que estimulan el consumo. Es la forma en que actúa el tecnoliberalismo, que, de forma engañosa, pretende resolver los problemas que ha creado.

Y si la tecnología no puede resolver el problema ambiental, al menos que ayude al control social. Ya casi se podría decir que la tecnología de control iguala o incluso sobrepasa a la tecnología productiva. Pues ¿de qué otra manera podríamos interpretar el tiempo que dedicamos a comunicarnos con los dispositivos electrónicos a los que confiamos nuestros secretos, nuestro tiempo, nuestra atención, nuestra dependencia, nuestra forma de mostrarnos ante el mundo? Según el economista Santiago Niño, todos estamos fichados y controlados en tiempo real, de manera que ya no es necesario comprar la paz social como ocurría en el pasado. [190]

Ante la situación de emergencia actual la ciencia ya ha hecho su labor, incluida la advertencia de que la respuesta no puede venir de la tecnología, o quizá no solo de ella, a menos que vaya acompañada de un cambio cultural, ético, social y político que nos dirija a una forma de vida diferente, no basada necesariamente en el crecimiento continuo y el consumo irresponsable.

Dennis Meadows, uno de los autores del informe *Los límites del crecimiento*, dice cincuenta años después: «Fui formado como científico y tenía la impresión de que, utilizando el método científico, producíamos datos incuestionables y que, si se los enseñábamos a la gente, eso bastaría para producir un cambio en la mirada y las acciones de las personas. Eso fue ingenuidad cuando menos».[191]

La ciencia no ha dejado de ser el poder de comprensión más efectivo de la mente humana en su impulso de descifrar el mundo. Por tanto, la necesitamos para salir del atolladero actual e impedir la degradación del planeta. Pero como un elemento valioso que cuidamos y utilizamos, no para exigirle cambios milagrosos que permitan continuar con la depredación por parte de la economía extractiva universal.

6
NO DISPAREN AL BOMBERO

Dicen que en los salones del viejo Oeste había un cartel en el que ponía: «No disparen al pianista», para evitar hacerlo víctima de los tiroteos entre pistoleros. O, al menos, eso contó Oscar Wilde, y después la frase se popularizó. En 1960 François Truffaut le dio la vuelta a la idea con su película *Tirad sobre el pianista*, el cual, en este caso, era un personaje de oscuro pasado.

Si bien es nefasto disparar a un inocente, sería además insensato hacerlo a quien nos puede ayudar a salir de un peligro, como es el caso los bomberos.

Viene esto a cuento del discurso de algunos ecologistas que, en mi opinión, se equivocan de diana y hacen a la ciencia —no solo a algunas de sus actuaciones, ni siquiera solo a la ciencia actual, sino a la ciencia misma en su totalidad, a la ciencia como forma de conocimiento— responsable de la delicada y terrible situación ecológica en la que nos encontramos. Estas ideas aparecen en libros y artículos de revistas que, por otra parte, albergan contenidos de interés e incluso iluminadores, y en los que participan con frecuencia personas de gran valía intelectual, aunque, en general, ajenos al ámbito de la ciencia.

Tratando de comprender las motivaciones de esta conducta, creo detectar un concepto de ciencia restringido a la que se desarrolló en la época moderna y a la que se refieren como «mecanicismo». El mecanicismo fue un concepto filosófico planteado por Hobbes y por Descartes que tuvo éxito en una época en la que relojes y autómatas entusiasmaban a la población, como lo hacen actualmente los *realities* de nuestras televisiones o los vídeos de los *influencers*. Fue útil en su momento, pues en su contexto Newton

concibió la ley de la gravitación universal, que explicaba con acierto el funcionamiento del universo en las dimensiones conocidas en su época. Pero poco después el electromagnetismo, la termodinámica, la biología evolutiva, etc., dejaron atrás las concepciones mecanicistas y la ciencia continuó su andadura. Es más, a principios del siglo XX la casa se puso patas arriba con las teorías de la relatividad y la mecánica cuántica. Como espero haber dejado claro en los capítulos precedentes, la ciencia es una actividad humana que se extiende desde el comienzo de la especie, o al menos desde que tenemos documentos escritos, hasta la actualidad. En ese recorrido, como toda actividad humana, ha recibido influencias del pensamiento propio de la sociedad en la que se desenvolvía, pero la puesta a prueba continua de sus teorías ha tenido un efecto corrector que le ha otorgado un valor acumulativo y fiable.

Otra de las calificaciones —o más bien descalificaciones, pues se suelen utilizar en sentido peyorativo— que otorgan a veces a la ciencia es la de «reduccionista», reivindicando la necesidad, o la conveniencia al menos, de las aproximaciones holísticas. El reduccionismo, al igual que el mecanicismo, es un término filosófico, no científico. La ciencia, en su búsqueda de acercarse a la verdad o, al menos, de disminuir el error, tiene que indagar la naturaleza en sus distintos niveles de complejidad, todos los cuales son ciertos, y unas dianas requieren visiones más específicas y otras más sistémicas. Si se estudian las propiedades del elemento radio o el canal de potasio de las células excitables, efectivamente, el objetivo es delimitado —aunque no por ello simple—, mientras que, si se analiza un sistema fisiológico complejo o un ecosistema, el abordaje es necesariamente holístico. Lo más habitual en muchas disciplinas es el desplazamiento entre niveles. Utilizando como ejemplo la neurociencia de los años cincuenta del pasado siglo, al mismo tiempo que Hodgkin y Huxley describían por primera vez el mecanismo que permite que una neurona se active —una molécula que cambia de forma—, otros investigadores utilizaban la entonces incipiente teoría de sistemas, abordaje claramente holístico, para explicar algunas funciones complejas del sistema nervioso, como la

regulación de la temperatura corporal. En un rango más amplio, el desplazamiento entre niveles de complejidad puede implicar cambios de disciplina. Así, los biólogos estudian ecosistemas, animales, órganos, tejidos o células, pero, cuando llegan a las moléculas que las constituyen, ceden el terreno a los químicos, quienes nos introducen en los átomos y nos dejan a las puertas de las partículas subatómicas, donde son los físicos los que toman el relevo. Y tan certera puede, o pretende ser, la aproximación a una partícula subatómica como a los factores que determinan el tamaño del casquete polar, siempre que se haga con criterios científicos, es decir, observando, ideando hipótesis, haciendo experimentos, elaborando leyes, estableciendo teorías, demostrando su validez o falsedad y, en este caso, sustituyéndolas por otras.

También he observado que algunos de los que juzgan con liviandad la ciencia la interpretan como una ideología —lo que nunca quiso ser — y critican la «creencia universal de que la ciencia es la llave del progreso y bienestar», o lo que llaman «fe en la ciencia».[192] Y ahí está el error, en aproximarse a la ciencia como a una fe, como a una creencia, algo que la ciencia, por su propia esencia, rechaza, y contra lo que tuvo que batirse el cobre durante siglos. No hay nada más opuesto a la ciencia que la fe, y viceversa. La fe es inamovible, mientras que la ciencia cambia continuamente sus teorías. La fe admite una autoridad superior, pero en la ciencia los humanos estamos solos, aunque unidos. La fe es un acto individual, la ciencia una tarea colectiva. Y, si hay quienes tienen fe en la ciencia, es a esos ignorantes a los que hay que desacreditar, no a la ciencia misma.

Para hablar sobre ciencia, curiosamente, se suelen basar en los escritos de Francis Bacon y de René Descartes, que, como ya se ha mencionado en capítulos anteriores,[193] más que científicos fueron ideólogos que reflejaron bien el espíritu de su época. Para ellos la ciencia no respondía al instinto de curiosidad, ni era una tarea colectiva ni un afán por aumentar el conocimiento, sino una herramienta que permitiría al hombre dominar a la naturaleza.

Descartes, un filósofo educado por los jesuitas, no hizo experimentos científicos, aunque sí observaciones interesantes. Creía en la dualidad cuerpo-alma, dando total prioridad a esta última, a la que consideró, sin la más mínima evidencia, privativa de los humanos y sede no solo del intelecto, sino incluso de las sensaciones. ¿Cómo podría ser científica una teoría sobre el alma, siendo que la ciencia lo que pretende descifrar es un mundo de naturaleza material cuya información recibimos directa o indirectamente por los sentidos? Por otra parte, el método que propuso en su famoso discurso no comparte con la ciencia más que la duda y la desconfianza que lo origina. Pero al avanzar su razonamiento Descartes pasa a fiarse, una vez descartados los sentidos y las ideas que flotaban en el ambiente, en su propia convicción, en aquello que su mente veía con claridad, lo que lo llevó a conclusiones tan alejadas de la ciencia como la existencia de Dios. Superó sus dudas sin hipótesis, sin demostraciones, sin experimentos, sin poner nada a prueba. Su obra tuvo un gran valor filosófico por cuestionar lo que hasta ese momento era incuestionable, pero no valor científico.[194]

El uso de la razón no fue una invención de estos pensadores. Fue la principal herramienta de Demócrito, de Arquímedes, de Lucrecio, de Roger Bacon y, en su propia época, de Vesalio, de Harvey o de Galileo. Y todos los científicos posteriores continuaron utilizándola: Newton, Lyell, Faraday, Maxwell, Einstein, Bohr, etc. Porque, afortunada o desafortunadamente, los humanos no tenemos otra herramienta en nuestro cerebro con la que guiarnos para interpretar el mundo con el menor grado de error posible.

Pero si hacemos de la razón una religión y de la ciencia una creencia, entonces realmente estamos perdidos.

Otra de las críticas que recibe la ciencia desde el mundo del ecologismo es el intento de matematizar la naturaleza. Censuran que Galileo no considerara importante conocer por qué cae un objeto, sino que se empeñara en saber qué distancia recorre y en cuánto tiempo. O que Newton planteara fórmulas matemáticas que

permitían predecir las trayectorias de los cuerpos celestes sin ser capaz de explicar por qué existía la gravedad. Ni Galileo ni Newton tenían una visión utilitaria de sus quehaceres —ninguno sacó provecho de ellos más allá de su propia satisfacción, algún reconocimiento y, en el caso de Galileo, muchos problemas— y al mismo tiempo eran conscientes de sus limitaciones. Definir el objeto de estudio —en estos dos ejemplos, la gravedad— y tratar de conocer su esencia es justamente en lo que se enredaron bastante Aristóteles y los escolásticos, sin conseguir el más mínimo conocimiento iluminador a este respecto. Los verdaderos científicos aspiraron a metas más humildes. Dieron vueltas a las cosas, midiendo, confirmando, poniendo a prueba, y observaron que la aplicación de las matemáticas daba —y continúa dando— resultados para explicar la naturaleza.[195]

Lo que ocurrió fue que esos pensadores y científicos del siglo XVII a los que, en mi opinión, malinterpretan, vivieron en un momento de gran dinamismo social en el que se había producido la Reforma, se había circunnavegado por primera vez el planeta, las ideas se difundían con gran rapidez debido a la imprenta y, posiblemente el factor más influyente, se inició la sociedad de mercado, origen de la economía capitalista. Todo ese conjunto de factores conforma las ideas a las que estos ecologistas pretenden combatir y que focalizan en la ciencia.

Karl Polanyi, que en *La gran transformación* hizo uno de los análisis más lúcidos que existen sobre la instauración de la economía de mercado en Inglaterra y en Occidente en general, hace varias consideraciones en torno al tema que nos ocupa. Entiende que las primeras máquinas que tuvieron una importancia decisiva en la Revolución Industrial[196] fueron invenciones de los artesanos, mientras que las ciencias de la naturaleza entre los siglos XVII y XIX hicieron sobre todo aportaciones teóricas. Fue bastante después del final de la Revolución Industrial cuando la ciencia comenzó a hacer aportaciones decisivas a la ingeniería. Destaca que fueron las ciencias sociales y económicas de la época las que gozaron de gran prestigio frente a la rutina y la tradición, y aceleraron enormemente

la transformación de la sociedad y el establecimiento de un sistema de mercado. «Era, pues, a la vez justo y conveniente —dice— no atribuir a las ciencias de la naturaleza, sino a las ciencias sociales, la paternidad de la revolución mecánica que sometió la naturaleza al hombre».

La toma de conciencia de los problemas ecológicos por una parte de la población, junto con la falta de respuesta de las instituciones, la mayoría de los partidos políticos y gran parte de la academia, ha creado una corriente de pensamiento que hace a la tecnología —y por asociación indebida a la propia ciencia—, si no responsable, al menos cómplice de la aguda situación en la que nos encontramos.

Sin embargo, los científicos no son quienes han contaminado el planeta, sino quienes han advertido de su contaminación; no lo han calentado, sino medido su calentamiento; no han destruido ecosistemas, sino que los han identificado y descrito sus interrelaciones. Y no ha sido el conocimiento de las partículas subatómicas que constituyen la materia lo que ha creado bombas y centrales nucleares, sino la codicia de las élites y de los poderosos.

Hay numerosos ejemplos del papel salvífico de la ciencia ante las últimas crisis provocadas. Veamos algunos:

- La epidemia de las vacas locas se debió al tipo de alimentación inadecuada a la que se sometía a los animales en las granjas. La ciencia diagnosticó el mal y encontró la causa.
- En la construcción de edificios se utilizó el amianto durante muchos años. La ciencia identificó el efecto venenoso de este material, lo que provocó el cese de su uso.
- Han sido los científicos quienes han alertado del efecto invernadero y del cambio climático, y explicado sus causas.
- Ha sido la ciencia la que ha ideado las vacunas contra la COVID-19, aunque han sido las grandes farmacéuticas las que han restringido su uso a los países ricos.

- La ciencia ha diseñado fármacos que combaten la depresión y la ansiedad, pero trabaja dentro de un sistema que reproduce estos trastornos cada vez a mayor velocidad. Mientras tanto, hacen negocio tanto quienes crean y mantienen las condiciones de vida deprimentes y estresantes como quienes comercializan los remedios contra sus consecuencias.

Culpabilizar a la ciencia y a la razón de la que depende es peligroso porque conduce a un nuevo mito: si te dicen que es científico, desconfía, puede ser dañino.

Y si dejamos de guiarnos por la ciencia, su espacio será inmediatamente ocupado por creencias de nuevo cuño que no ofrecen las más mínimas garantías de veracidad. Y así proliferan, sobre todo entre muchos de los que tienen conciencia del fracaso ecológico, las terapias alternativas, el rechazo indiscriminado a todo tipo de vacunas, los cursos de constelaciones familiares, las visitas a supuestos curanderos, el uso de remedios sin la más mínima garantía de eficacia para cualquier dolencia, la renuncia a ciertos alimentos por argumentos espurios y su sustitución por productos dietéticos dudosos, los complementos alimenticios innecesarios, etc. Todo esto se mantiene, e incluso se fomenta, por una razón muy simple: el mercado se adapta y el negocio continúa. Y son las mismas compañías farmacéuticas, tan denostadas a veces, las que abren nuevas líneas de comercialización de productos homeopáticos, y son las mismas grandes distribuidoras las que hacen llegar los nuevos productos sanitarios o dietéticos, cuya eficacia nadie ha comprobado, pero de los que se habla bien en determinados medios, a farmacias y herbolarios.

Si la respuesta conservacionista no se hace de la mano de la ciencia será menos eficaz y dará lugar, a veces, a errores en las dianas a las que se dispara. Algo así ocurre con los alimentos transgénicos. Estos son ciertamente dañinos y es esencial oponerse a ellos, pero es necesario tener claros los motivos. El problema no es que se modifiquen las características genéticas de una planta, algo que viene ocurriendo, aunque por otros métodos, desde el comienzo de la agricultura —¡y qué mayor transformación genética que la

agricultura misma!—, ni porque existan evidencias de que los alimentos transgénicos sean necesariamente perjudiciales para la salud. El motivo fundamental es que están manejados por grandes corporaciones, como la conocida Monsanto, que han promovido a partir de ellos monocultivos extensivos que conllevan deforestación, uso masivo de herbicidas y fertilizantes, pérdida de biodiversidad y empobrecimiento tanto de las personas que antes cultivaban las variedades naturales como de las que habitan las regiones donde se han establecido los monocultivos.

La ciencia no es cómplice del desastre, sino la única posibilidad de supervivencia. Porque solo la ciencia, si se aceptaran sus directrices, será capaz de sacarnos del atolladero.

Pero para ello tenemos que rescatar un concepto de ciencia que ha iluminado distintos momentos de la historia de la humanidad. Cuando, por ejemplo, en la lejana Abdera y en toda Grecia se leía a Demócrito, racionalista, materialista y humanista de profunda visión ética. O cuando en el periodo de la Ilustración la ciencia iba de la mano de una transformación social, filosófica y moral. Pero, para conseguirlo, lo que hemos de combatir es la ideología que se desarrolló a continuación, cuando el tecnocapitalismo asimiló la doctrina del crecimiento infinito, del cada vez más y mejor (para mi corporación, ¡claro!), y sustituirla por la conciencia de la biosfera y de su carácter cerrado y finito. Tenemos que recuperar una ciencia aliada del progreso social y moral de la humanidad, no solo del material, que ilumine y aliente una tecnología respetuosa y al servicio de todos, no de los privilegiados.

Porque la ciencia continúa teniendo el poder de hacernos el mundo inteligible como no lo tiene ninguna otra forma de conocimiento. Y, si queremos protegernos, tenemos que conocer mejor cuáles son los peligros. Y es la ciencia la que mejor los puede identificar.

Así como en una época la ciencia sirvió contra el oscurantismo de la religión, ¿no podría ahora asumir también ese rol cultural contra la codicia insaciable del neoliberalismo? Los principios de racionalidad y el espíritu crítico que impulsaron el cambio anterior ¿no serían esenciales para detener este caballo loco que nos lleva al precipicio?

VI

Con nombre propio

1
EL HILO MATERIALISTA

Apenas le apuntaba el bozo cuando perdió a su padre; la misma edad que tenía Telémaco cuando recuperó al suyo. Y al igual que él decidió salir de viaje, aunque esta vez en busca de lo desconocido, que no le devolvería a su padre, pero lo ayudaría a hacerse más sabio.

Sus hermanos, mayores que él, no entendieron su decisión. El niño, como aún le llamaban con esa infantilización que arrastran en su adolescencia los más jóvenes de las familias, no quería recibir la parte que le correspondía de las tierras familiares, ni de las casas de campo, ni de los molinos, ni siquiera quería a los esclavos. Solo le interesaba aquello que pudiera transportar: monedas, pequeños objetos valiosos que pudiera vender, túnicas y mantos, algunos rollos de papiro para leer y un solo esclavo que le ayudara con la carga.

Empezó por Egipto, porque allí estaban los mejores matemáticos y geómetras, y después quería llegar hasta Babilonia, para contemplar aquellos cielos siempre diáfanos en los que se veían más estrellas que en la más despejada de las noches tracias. Después, ya vería.

En los años que siguieron no solo aprendió lo que se había propuesto, sino que llegó más allá, visitando toda Persia y, según algunos, llegando hasta la India, donde unos sabios que andaban siempre desnudos por los caminos, atentos a no pisar ningún ser vivo, le comunicaron algunos de sus secretos.

Cuando había gastado ya toda su fortuna, el joven Demócrito regresó a Abdera. Su hermano mayor lo acogió con cariño y le dio cuanto quiso, que no era gran cosa: una casita pequeña en una colina cercana a la ciudad con algunos frutales y ovejas para hacer queso. Eso le bastaba para vivir.

Había oído hablar de un tal Leucipo, que había llegado a Abdera procedente de Mileto y que sostenía unas teorías que a todos resultaban extrañas, pero que a él le parecieron atractivas. Lo encontró un día en el ágora y, desde entonces, se los veía juntos con frecuencia por la ciudad o por el campo, inmersos en una conversación que parecía que no se les acababa nunca. Después de tanto viaje y tanto estudio, resultó que la explicación del mundo que más le convenció fue la de su vecino. Y entre los dos buscaron y afinaron poco a poco la idea.

No, el mundo no podía estar hecho a partir del agua, ni del fuego ni del aire. Tampoco ser el resultado del Caos ni de las andanzas de Gea y Urano. Tenía que ser algo diferente que no es nada en sí mismo pero que es parte de todo. Partes pequeñísimas que, por supuesto, no podríamos ver ni sentir de ninguna forma, no porque no existieran sino porque nuestra vista, nuestro oído, nuestro tacto no son capaces de detectar algo tan sutil. Pero son materia porque cuando se unen dan lugar a todo lo que nos rodea, e incluso a nosotros mismos.

Se entusiasmaban con estas disquisiciones. Leucipo decía que esos pequeños elementos que formaban toda la materia eran ya indivisibles y que por eso podrían llamarlos «átomos», para entenderse mejor. Demócrito, excitado con la idea, aventuraba que podrían ser de tamaños distintos, aunque siempre muy pequeños, claro, y que tendrían formas y pesos ligeramente diferentes. Cuando llegaban a perder la noción del tiempo era cuando, desde lo alto de una colina, mirando la ciudad con el mar al fondo, imaginaban cómo serían los átomos que formaban cada cosa, cómo sería el vacío que quedaba entre ellos, cómo se moverían, qué fuerzas harían que se mantuvieran unidos o se separaran y si serían siempre iguales o se podrían transformar unos en otros. Estaban tan convencidos que ya les parecía verlos.

Decidieron escribir sobre aquellos átomos para que las personas con las que no podían hablar porque estaban lejos o porque aún no habían nacido fueran partícipes de sus ideas y de su entusiasmo.

Cuando murió Leucipo, Demócrito continuó dándole vueltas y más vueltas a la idea y escribiendo sobre ella, y también sobre otros

temas, pues le importaba mucho el comportamiento absurdo en muchos aspectos de sus compatriotas.[197] Viajó a Atenas en varias ocasiones. Allí era por entonces muy famoso un tal Sócrates, que siempre andaba paseando por el ágora o por los gimnasios rodeado de jóvenes y no tan jóvenes que lo escuchaban con veneración. Él oyó de lejos algunas de las discusiones que tenían. No trataban sobre la naturaleza ni sobre la materia, sino sobre la virtud y la política, y, aunque le parecieron interesantes, no participó en ellas ni se dio a conocer.

Un tema que le preocupaba especialmente era el de las causas de los fenómenos naturales, que no consideraba atribuibles ni al azar ni a los dioses, sino a la necesidad. En un momento dado llegó a decir que preferiría «encontrar una sola explicación causal que llegar a ser el amo del reino de los persas».[198]

Ni los escritos de Leucipo ni los de Demócrito se han conservado. Solo conocemos párrafos y frases sueltas citadas por autores posteriores.

Aristóteles, que, a diferencia de su maestro, Platón, sí se interesó por la naturaleza, consideraba a Demócrito un precursor. Aunque no estaba de acuerdo con las ideas atomistas, reconocía que explicaban los fenómenos con profundidad y rigor metódico. Y alababa que, si no tenía razón, Demócrito era capaz de cambiar de opinión sin turbarse ni lamentarse, gustosamente.

Sí se han conservado íntegras unas cartas atribuidas a Hipócrates, pero que en realidad fueron escritas al menos cinco siglos más tarde, en las que se ofrece un relato de un encuentro entre el famoso médico y Demócrito. Hipócrates habría sido llamado a Abdera para que opinara sobre una supuesta locura de Demócrito, que tenía inquietos a sus vecinos porque reía constantemente. Aunque se trata de una ficción, el texto tuvo gran influencia en la cultura occidental, pues Demócrito es representado en la pintura de distintas épocas como un personaje risueño. El cuento presenta a Hipócrates en el campo, aproximándose a la casa de Demócrito, que está

> a la sombra de un plátano, descalzo, con una túnica grosera, sentado sobre un asiento de piedra, pálido y delgado [...], con un rollo de papiro sobre las rodillas y otros a su alrededor [...]. «Cuando llegué cerca de él —dice el supuesto Hipócrates— lo encontré entusiasmado, escribiendo excitado, pero enseguida me saludó y me invitó a sentarme». Demócrito le explicó que solo se reía de «la sinrazón del hombre, que no es capaz de actuar con rectitud, [...] que soporta inútilmente penalidades sin cuento, que llega hasta los confines del mundo empujado por una codicia exagerada, buscando incansablemente oro y plata, sin dejar de afanarse por conseguir cada día más bienes, para no estar entre los últimos y librarse de la vergüenza de no ser llamado feliz. También me río —decía— del hombre que va hurgando las entrañas y venas de la tierra, haciendo minas, donde a menudo se agota y se asfixia, en lugar de conformarse con lo que produce la tierra en cantidad suficiente para mantener a los hombres. [...] ¿Qué cosa tan vana y absurda es esta —que en nada difiere de la locura— de hurgar en la tierra para sacar dinero? Pues cuando tienen dinero lo emplean en comprar tierras, y cuando tienen tierras, venden sus frutos para tener más dinero». Tras estas conversaciones Hipócrates dijo: «No está loco, sino que es el más sabio de todos».[199]

El hilo que comenzaron a fabricar Leucipo y Demócrito en Abdera fue recogido ciento veinte años más tarde por Epicuro, el hijo de un maestro exiliado en Samos.

Al contrario que Demócrito, que buscó maestros por todos los confines del mundo conocido, Epicuro se decía autodidacta.[200] A los treinta y dos años fundó una escuela, pero no una academia como Platón ni un liceo como Aristóteles, ni siquiera un pórtico (*stoá*), donde en aquellos años estaba enseñando Zenón de Citio, el estoico. Él se instaló en un jardín en el que, a diferencia de los demás, admitía a hombres y mujeres, viejos y jóvenes, libres y esclavos.

Adoptó la teoría atomista de Demócrito, a la que añadió la idea de que los átomos podían desviarse de su trayectoria, en un movimiento libre, lo que les permitía interaccionar unos con otros para formar los distintos tipos de materia. Todo cuanto existe, decía, incluidos los cuerpos celestes —aquellos que Aristóteles consideraba perfectos e incorruptibles— está formado por los mismos átomos. Y son ellos también los que constituyen el cuerpo, e incluso son la sede del pensamiento. No pareció sentir la necesidad de comprender

con mayor detalle las leyes de la naturaleza, le bastaba saber que existía una explicación natural de cualquier fenómeno, aunque no la conociera.

Su principal contribución fueron las consecuencias filosóficas y éticas que de esa explicación del mundo natural se derivaban. Aunque no negó de forma explícita la existencia de los dioses, estos no aparecían como creadores ni destructores y, si existen, decía, lo hacen en un mundo paralelo, sin la más mínima preocupación por los acontecimientos humanos. Inútil es, por tanto, tratar de desagraviarlos o de contentarlos, temer sus caprichos o sus castigos. No existe un alma inmortal ni hay otra vida después de la muerte, por lo que no hay que temerla, ya que, cuando llegue, nosotros no estaremos y no podremos sufrir por ello.

Preconizaba una vida sencilla que buscaba el placer en la ausencia de miedo, la tranquilidad del ánimo y la amistad. Una vida ética sin pensar en premios ni castigos después de la muerte. En una carta a su amigo Meneceo que se ha conservado, define el placer como «ausencia de sufrimiento corporal y de turbación anímica». Sus enemigos, sin embargo, malinterpretaron el uso de la palabra «placer» para decir que predicaba el vicio y los excesos, aprovechando para consolidar su opinión el hecho de que hubiera también mujeres en el jardín. En realidad, eran personas frugales que comían alimentos sencillos. En los escritos conservados aparecen alusiones al queso, al pan, a las gachas de harina de cebada y al agua.

El atomismo no dejaba el menor resquicio al antropocentrismo. También los humanos eran producto de ese azar o de esa necesidad con la que se organizaban los átomos.

Habían pasado unos doscientos años tras la muerte de Epicuro cuando el hilo materialista fue retomado de nuevo por un excelente poeta latino, Lucrecio. Había leído y releído los escritos de los tres atomistas anteriores —y posiblemente de otros cuyos nombres no nos han llegado—, aunque hace referencia constante y llena de admiración a Epicuro. En un extenso y bellísimo poema titulado *De*

la naturaleza, recogió toda la doctrina, tanto la que se refería a la interpretación física del mundo (átomos que se mueven al azar en el vacío y que constituyen la materia) como la que trataba de las consecuencias que tenía dicho pensamiento sobre la vida y cómo debemos vivirla. Y se sentía tan seguro de la doctrina que defendía que, dirigiéndose a su amigo Memmio en unos versos que me conmovieron profundamente la primera vez que tuve el libro en mis manos, decía:

> *Temo que la tarda vejez se nos deslice en los miembros*
> *y suelte los cerrojos que nos contienen la vida,*
> *antes de que mis versos hayan hecho llegar a tus oídos*
> *el tesoro de argumentos que sobre un solo punto tengo.*[201]

Si bien en Grecia los epicúreos habían tenido larga vida y prestigio, en Roma la tradición atomista no era compatible con el culto a los dioses ni al Estado. Muchos se escandalizaron, especialmente cuando el cristianismo adquirió fuerza en el Imperio, pues un mundo no planificado, material y azaroso, sin castigos de ultratumba, era la antítesis de su doctrina.

«Este terror y estas tinieblas del espíritu —dice Lucrecio refiriéndose a la muerte y al más allá—, necesario es que las disipen no los rayos del sol ni los lúcidos dardos del día, sino la contemplación de la naturaleza y la ciencia».[202] Y tranquiliza a Memmio afirmando: «No vayas a creer que te inicias en los principios de una ciencia impía y que entras por un camino sacrílego. Al contrario, las más de las veces es ella, la religión, la que ha engendrado crímenes e impiedades».[203] Es posible que escribiera esto pensando en el sacrificio de Ifigenia que hizo su padre, Agamenón, para que los dioses fueran propicios y enviaran los vientos que los conducirían a Troya, pero los que tuvieron ocasión de leer el libro en el periodo romano tardío o tras su recuperación en el siglo XV seguro que encontraron ejemplos más cercanos para dar la razón al poeta.

La creación del mundo se presenta en Lucrecio como un fenómeno natural, sin intervención de ninguna mente creadora: «Los

mismos átomos, chocando entre sí espontáneamente y al azar, después de haberse unido de mil maneras en encuentros casuales, vanos y estériles, acertaron por fin algunos a agregarse de modo que dieran para siempre origen a estos grandes cuerpos, tierra, mar, cielo y raza de seres vivientes».[204]

Son abundantes los testimonios que muestran el feroz ataque de los cristianos a los atomistas. Como dice Greenblatt, la patrística hizo de Epicuro una especie de Falstaff, un cerdo, un loco.[205] En la época en que se emprendió la destrucción de cualquier vestigio de lo que dieron en llamar paganismo,[206] hubo especial cuidado en eliminar todos los textos que jalonaban el hilo materialista. Desaparecieron las publicaciones de Leucipo, Demócrito, Epicuro y Lucrecio, así como toda mención a ellas o a sus autores. Al contrario que en los casos de Demócrito y Epicuro, de los que, aunque se hayan perdido sus obras, conservamos comentarios de otros autores griegos sobre ellos, nada se sabe del autor de *De la naturaleza*. Es posible que fuera un hombre discreto que, consecuente con las ideas que defendía, se mantuviera alejado de los mentideros de la Roma republicana para conservar la tranquilidad del ánimo. Pero es curioso que el único cronista que lo menciona sea precisamente san Jerónimo, que, en plena caza de brujas, solo nos cuenta de él que «trastornado por un bebedizo amatorio, tras haber compuesto a lo largo de los intervalos de la insania algunos libros [...] se mató por su propia mano».[207] En apenas tres líneas, Jerónimo aúna magia, locura y suicidio. No parece una buena carta de presentación para el autor de un libro de la envergadura de *De la naturaleza*.

A pesar de la ridiculización y los insultos primero, y de la persecución después, de todo lo que sonara a atomismo, un monje en el siglo IX copió el *De rerum natura*, posiblemente sin comprender el alcance de lo que hacía, pues el suyo sería el único manuscrito completo de la obra que sobreviviría. El códice permaneció oculto en un monasterio alemán hasta que fue rescatado y copiado quinientos años más tarde por un buscador de libros de la Italia renacentista

llamado Poggio.[208] Pocos años faltaban para que la imprenta pudiera reproducirlo y, a partir de entonces, ha sido uno de los libros más admirados por unos y rebatidos por otros. Pero, mientras que nadie sufrió por atacarlo, varios fueron llevados a la hoguera por defenderlo. Uno de ellos fue Giordano Bruno.

No fue Giordano Bruno el único que siguió las huellas del atomismo. Más adelante Pierre Gassendi, en la Francia de la primera mitad del siglo XVII, apoyó en su polémica contra Descartes la existencia de los átomos y el vacío, aunque le hace un hueco a Dios y al alma inmortal dada su condición de clérigo. A comienzos del siglo XIX, John Dalton dedujo que todos los compuestos son una mezcla de átomos diferentes que se combinan en proporciones sencillas. Los átomos fueron entonces aceptados como un modelo útil por físicos y químicos, hasta que Einstein, en 1905, demostró su existencia real a partir del movimiento browniano de las partículas que se encuentran en suspensión en un fluido.[209] Curiosamente, su razonamiento, aunque salvando las distancias, presenta cierta semejanza con el que hizo Lucrecio a partir de la observación del movimiento de los corpúsculos visibles en un rayo de luz que penetra en una habitación oscura:

> En el haz de rayos luminosos —escribe Lucrecio— verás mezclarse de mil modos una multitud de corpúsculos, a través del vacío, y como en eterno certamen, trabar batallas y escaramuzas, escuadrón contra escuadrón, sin dar tregua, ora juntándose ora separándose en agitación incesante […]. Allí verás, en efecto, muchas partículas, agitadas por imperceptibles golpes, cambiar de dirección y retroceder rechazadas, ora acá, ora allá, en todos sentidos. Ahora bien, todo este vagar proviene de los átomos.[210]

Con el descubrimiento de las partículas subatómicas se demostró que el error estuvo únicamente en el nombre elegido para designarlos, ya que la palabra griega *a-tomo* significaba «no divisible».

Muchas de las ideas de los antiguos atomistas resuenan aún en distintos aspectos de la ciencia y de la ética.

La definición actual de átomo, como la porción más pequeña de materia que posee las propiedades de un elemento químico, mantiene su vigencia como elemento básico de la materia. De hecho, la tabla periódica que estudiamos en el colegio es una ordenación lógica de los distintos elementos en función de las características de sus átomos.

La mezcla de azar y de necesidad que, según los atomistas, determina las combinaciones de los átomos para generar cuanto existe fue recogida por el bioquímico Jacques Monod, premio Nobel de Medicina en 1965, cuando al intentar explicar en forma divulgativa el origen de la vida tituló su libro *El azar y la necesidad*. [211]

La existencia de distintos sistemas de estrellas con planetas que giran a su alrededor, y cuyas agrupaciones forman las galaxias, está contenida en «fuerza es reconocer que hay en otras partes otras combinaciones de materia semejantes a este mundo […]. Por tanto, debe admitirse que la tierra y el sol, la luna, el mar, y los demás seres no son únicos, sino que existen en número infinito».[212]

La idea de que las facultades atribuidas al alma pertenecen en realidad al cuerpo —«el espíritu o mente […], en el que radica el consejo y gobierno de la vida, es una parte del hombre, no menos que la mano, el pie y los ojos son partes del conjunto del ser animado»—[213] es una de las bases de la neurociencia actual.

Y si, al margen de la ciencia, nos referimos a la ética laica del hilo materialista, esta es recogida entre otros sistemas filosóficos por el marxismo.[214]

Para finalizar, podríamos considerar el jardín de Epicuro en las afueras de la ciudad de Atenas, donde se reunían hombres y mujeres para estudiar mientras llevaban una vida sencilla en la que tenían gran valor la amistad y los cuidados mutuos, como una versión precoz de lo que el ecofeminismo actual podría considerar una meta por alcanzar.

2
EL CILINDRO Y LA ESFERA

Aquella mañana, como tantas otras, se levantó temprano y subió hacia las colinas que protegían la ciudad del viento del norte y de los intrusos terrestres. Le gustaba ver salir el sol desde el mar, en aquellos momentos en que aún se le podía mirar de frente, tan bien delimitado en los días claros que daban ganas de medirlo. De hecho, ya tenía un plan sobre cómo hacerlo. Algún día lo intentaría. Uno de sus colegas, Eratóstenes, decía que había calculado el tamaño exacto de la Tierra, y él no se iba a quedar atrás. Miró hacia abajo, a la ciudad que se adentraba en el mar protegida por sus murallas. Ya empezaban a afanarse los que instalaban sus puestos en el ágora. Hacía buen tiempo.

Siracusa era su ciudad, en la que nació, en la que había vivido casi siempre y en la que tenía intención de permanecer hasta su muerte. ¿Había acaso otra más hermosa? Él no había viajado mucho; en realidad solo una vez lo hizo, pero fue a la considerada capital del mundo en su época, Alejandría. Desde muy joven estaba interesado en la ciencia, y su padre, astrónomo local, le explicó pronto que, para dedicarse a ello con seriedad, era obligatorio hacer una parada en Alejandría, recibir enseñanzas de los sabios del Museo, familiarizarse con su biblioteca y conocer a aquellos con los que compartiría sus investigaciones a lo largo de su vida.

No permaneció Arquímedes allí mucho tiempo, escasos años. Los suficientes para conocer a Euclides, a cuyas honras fúnebres le tocó asistir, y a tantos otros que ahora eran sus colegas y que estaban repartidos por el mundo, con los que continuamente intercambiaba cartas y dedicatorias de libros: Dositeo, establecido en Pérgamo; Eratóstenes, que se quedó en Alejandría; Conón, con el que le

encantaba discutir, pero que murió pronto, y tantos otros que lo comprendían mejor que sus vecinos de Siracusa.

Otra cosa hizo también en Alejandría: gastar el dinero que le dio su padre en que le copiaran los libros que consideraba importantes. Euclides había hecho un gran favor a todos al compilar sus *Elementos*, con hallazgos propios y también ajenos. Si tenía que enseñar a alguien por afición o por necesidades pecuniarias, aquel libro sería un buen auxiliar.[215] Fue el primero que mandó copiar, pero también especialmente los de Eudoxo de Cnido. Tantos se llevó que necesitó comprar dos esclavos con los últimos ahorros para que le transportaran los rollos en el viaje de vuelta. Después entregaría los esclavos a su padre como recuerdo de Alejandría.

Solo una cosa le molestaba durante su estancia en aquella ciudad, que ya siempre consideró la ciudad de su juventud. Era algo que, si se pensaba bien, sorprendía, pues Alejandría era el no va más del cosmopolitismo, la ciudad que disputaba a Atenas el liderazgo intelectual y a Pérgamo el tamaño y la actividad de su biblioteca. Muchos de sus compañeros jóvenes, en especial los asiáticos, se burlaban de su acento dorio. Aquella forma de pronunciar algunas «e» hasta convertirlas en «a», aquellas letras cambiadas en algunos pronombres o aquellas terminaciones de algunos verbos, que ya resultaban antiguas en los demás territorios griegos, eran interpretadas como rústicas por los que ya se habían adaptado sin concesiones al griego común, que hacía indistinguible a un jonio de un egipcio. Él no había sabido, o no había querido, renunciar al dialecto de su pueblo e incluso escribió en él todos sus libros.[216] Al fin y al cabo, eran pequeños detalles, y no por eso dejarían de entenderlo todos los que hablaran o conocieran el griego.

Pero de todo aquello ya hacía muchos años. Y desde entonces había descubierto muchos misterios, solucionado multitud de problemas y escrito muchos libros. Casi se podía decir que era un hombre famoso, al menos en Siracusa y en todo el sur de Italia, y sus libros estaban en las mejores bibliotecas, pues a ellas enviaba él mismo las copias iniciales cuando los daba por terminados.

Aquella mañana, como tantas otras, estaba barruntando un nuevo libro. A veces enviaba teoremas por carta a sus colegas, a ver si

averiguaban cómo se podía llegar a ellos, pero algunos preferían que les enviara también las demostraciones, saber cómo lo había conseguido. Estas eran a veces tan largas y complejas que solo se podían explicar en forma de libro. Y ya que los otros no se ponían a ello, decidió hacerlo él mismo. La ciencia era una tarea colectiva, pero parecía que algunos preferían esperar antes que tener la gloria de ser los primeros en publicar las demostraciones. Así acallaría de paso a aquellos que alardeaban de descubrirlo todo sin haberlo demostrado nunca.[217]

Los conos, las esferas o los cilindros que se insertaban unos en otros daban lugar a juegos de relaciones de áreas y volúmenes que, una vez comprendidos, asombraban por su sencillez. Sin embargo, esas relaciones siempre estuvieron ahí, en la naturaleza, aunque nadie se había dado cuenta de la belleza que encerraban.

El nuevo libro haría público el método mecánico que venía utilizando para resolver ciertos teoremas matemáticos y que ya había anunciado desde hacía algún tiempo. Se lo enviaría a un grande, a su antiguo compañero y entonces director del Museo, con quien se carteaba con frecuencia: Eratóstenes. Era este un hombre de una curiosidad universal, pues le interesaban la filosofía, las matemáticas, la geografía, todo aquello que supusiera estudio e investigación.[218] Por eso pensaba que su libro sería útil para él, porque en algunas de sus cartas le había manifestado interés por ciertos asuntos matemáticos que, justamente, podrían abordarse con su nuevo método. La idea era adquirir por anticipado, mediante la mecánica, ciertos conocimientos que después ayudaran a la demostración de los teoremas. Estaba convencido de que era tan útil que sería utilizado también por personas que aún estaban iniciándose en el estudio e incluso por los que aún no habían nacido, para que en el futuro también descubrieran nuevos teoremas que él no podía ni siquiera imaginar.[219]

Cuando, ya de regreso, bajaba la colina y, dejando atrás los templos y el teatro que la coronaban, se aproximaba a la ciudad y al mar, la mente se le escapó de nuevo, como le solía ocurrir en aquellos paseos matutinos, dando en pensar si sería posible contar los granos de arena que formaban la playa que frecuentaba, e

incluso los que llenaban todas las playas de la Tierra, y también los que llenarían la Tierra misma suponiendo que toda ella estuviera formada por arena. Y, aún más, la que llenaría lo que entonces llamaban mundo, es decir, el conjunto del Sol y las estrellas fijas que giraban en torno a la Tierra. O, puestos a decir barbaridades, la esfera aún mayor que se formaría si, como decía Aristarco de Samos, fueran la Tierra y otros cuerpos celestes los que giraran alrededor del Sol y que, según sus cálculos, sería unas cinco veces mayor. Y es que a veces se le ocurrían cosas que no podía tratar con el rigor científico que acostumbraba y que, por tanto, no interesarían a sus colegas. Podría ser que Gelón, el hijo de rey Hierón II, que tantas veces se entusiasmaba con sus inventos, aquellos que hacía para divertirse pero que, incomprensiblemente, eran más apreciados por sus conciudadanos que los tratados que solía escribir, ese Gelón —pensaba— podría recibir con agrado un libro con un lenguaje más sencillo, sin pretensiones, bien siracusano, y con ejemplos cotidianos al alcance de muchos, pero que en el fondo encubriría su deseo de profundizar en los números que aproximándose a infinito no lo son, y a los que pretendía nombrar.

Cuando, pocos meses más tarde, ofreció su nuevo libro a Gelón, [220] este le trasmitió el deseo de su padre de que se dejara de infinitos y aplicara su sabiduría para mejorar la vida de sus conciudadanos, por ejemplo, utilizando sus conocimientos de mecánica para hacer más eficaces las defensas de la ciudad, que estaba siendo amenazada por los romanos. Como era imposible negarse a semejante petición, hizo unos planos para que se pudieran construir una serie de artefactos que, mediante el uso de poleas y palancas, formarían grúas con ganchos y garras o catapultas con fuego que impedirían que los barcos se aproximaran a las murallas de la ciudad, que estaban casi al ras del mar. Los siracusanos quedaron satisfechos y lo dejaron regresar a sus demostraciones y teoremas. Sin embargo, fueron estas actuaciones las que lo hicieron famoso en los siglos posteriores, pues a ellas se refirieron autores como Polibio o Plutarco. Arquímedes, que mucho escribió, nunca consideró necesario plasmar sobre el papiro cómo concibió y diseñó aquellas máquinas.[221]

Arquímedes había pedido a sus parientes y amigos que colocasen sobre su tumba un cilindro con una esfera circunscrita en él, poniendo como inscripción la razón entre sus volúmenes.[222] Ciento cincuenta años después de su muerte, Cicerón nos cuenta que, durante un viaje por el sur de Sicilia, descubrió un día un sepulcro de piedra semioculto por zarzas y matorrales en el que aparecían grabados un cilindro y una esfera. Estaba justamente en las afueras de la ciudad de Siracusa.[223]

3
CON VIDA PROPIA

Me decía no hace mucho un amigo historiador: «Una vez que publicas un libro, este adquiere vida propia». Se refería a cómo el libro, una vez hecho público, va a pasar por manos de desconocidos, viajar a distintos lugares, generar pensamientos y opiniones, influir en otros libros, ser objeto de encuentros o coincidencias entre lectores, etc., fenómenos todos que permanecerán, las más de las veces, al margen del conocimiento del autor.

Si trasladamos esta idea al periodo grecorromano, el significado del comentario se amplifica porque, si bien en los libros impresos todos los ejemplares que salen de una misma edición son idénticos, en el mundo antiguo cada ejemplar, copiado por un individuo concreto y sobre un soporte determinado, solo era igual a sí mismo.[224] Por tanto, la idea de «vida propia» no se refiere en estos casos solo al contenido del libro, sino al propio libro como objeto.

La mayor parte de las obras de Arquímedes tuvieron gran difusión en el mundo antiguo y fueron mencionadas por numerosos autores que hicieron comentarios sobre ellas. Cualquier biblioteca que se preciara las contenía. En la Edad Media algunas fueron traducidas al árabe y comenzaron a viajar por el mundo, mientras las copias griegas que quedaban permanecían custodiadas en Constantinopla o en algunos monasterios orientales.

Allá por el siglo X habían ya desaparecido un gran número de libros griegos. Primero fue el furor destructor de los cristianos, que trataron de eliminar todo aquello que se oponía a su doctrina o que sonaba a paganismo, incluida la ciencia.[225] Más tarde, los cambios lingüísticos, que acabaron por hacerlos ininteligibles para sectores cada vez mayores de la población. El caso es que muchos de los que

quedaron dispersos y se salvaron de la destrucción o el abandono fueron poco a poco trasladados a Constantinopla, único lugar en el que continuó la tradición helenista, se mantuvieron los copistas y se conservaron las bibliotecas, tanto en el palacio imperial como en algunos monasterios.[226] Pero si los bizantinos fueron los que copiaron, también fueron ellos quienes decidieron qué se conservaba y qué no. Es decir, las obras antiguas que conocemos son solo aquellas que pasaron su filtro.

Fue entonces cuando un copista anónimo, allí en Constantinopla, transcribió en un códice siete libros de Arquímedes, entre los cuales había uno titulado *Método*.[227] Con el paso de los siglos todas las copias de este libro se perdieron, excepto la de aquel copista bizantino que se aplicó en reproducirlo, posiblemente de manera mecánica, página tras página, sin entender la sutileza del ingenio del autor, ni la trascendencia de aquello que cuidadosamente escribía ni sobre todo que su manuscrito tendría un valor incalculable. La copia terminada, el códice quedó colocado en un estante. Ni el más imaginativo amanuense habría podido intuir la peripecia que recorrería su ejemplar.[228]

Tres siglos más tarde, Joannes Myronas, un monje de un monasterio ortodoxo próximo a Jerusalén provisto de un *scriptorium* en el que se producían abundantes libros con hermosas ilustraciones, recibió la orden de recuperar pergamino a partir de varios códices que llevaban años almacenados en la biblioteca sin que nadie hubiera mostrado interés por ellos. El pergamino era de buena calidad y los códices contenían textos paganos que podían ser peligrosos si alguien se decidía a descifrarlos. Obediente, se dedicó durante semanas a desatar las hojas de varios códices, a limpiarlas con ácido, probablemente zumo de limón, y a rasparlas con cuidado una por una hasta que la huella de las letras era tan imperceptible que permitía una nueva escritura.

Tenía que copiar los textos de los oficios de cada domingo y de las principales fiestas religiosas. Este tipo de libros, que el cristiano tenía que sostener en la mano durante el acto litúrgico, era mejor hacerlos más pequeños, por lo que, de cada hoja de los manuscritos antiguos de unos treinta por veinte centímetros, hizo dos. Esto tenía la

ventaja, además, de que, si algo no había quedado bien borrado, su presencia dificultaría menos la lectura, pues las nuevas líneas serían perpendiculares a las antiguas.

La mayor parte de las hojas del nuevo libro litúrgico de Joannes habían sido obtenidas de uno que contenía siete obras de un tal Arquímedes. Como no eran suficientes, añadió unas cuantas más del montón en el que guardaba restos que le habían sobrado de otros libros reciclados. Cuando terminó su labor puso su nombre y la fecha: «13 de abril de 1229, de la mano de Ioannes Mirona».

A mediados del siglo XIX, el teólogo y lingüista alemán Konstantin von Tischendorf hizo un viaje por Oriente en busca de joyas bibliográficas. Era experto en localizar y descifrar palimpsestos,[229] pues ya había puesto al descubierto con anterioridad una biblia griega del siglo V bajo la escritura de un tratado de teología del siglo XII, así como la versión más antigua conocida del Nuevo Testamento, datada en el siglo IV. Pero estaba especializado en estudios bíblicos, no sabía nada de ciencia. De modo que, cuando hizo la crónica de su viaje, relató que, en la biblioteca del Metochion del Santo Sepulcro de Constantinopla que había visitado, lo único que encontró de interés fue un palimpsesto en el que se podían vislumbrar algunas matemáticas. Aunque no fue capaz de identificar el manuscrito oculto de Arquímedes, no cabe duda de que lo debió encontrar sumamente interesante, pues no pudo evitar sustraer una hoja que, tras su muerte, fue vendida por sus herederos a la Universidad de Cambridge.

En 1899 un erudito griego-otomano, Athanasios Papadopoulos-Kerameus, recibió el encargo de hacer un catálogo de los manuscritos griegos pertenecientes al patriarcado de Jerusalén. En el Metochion del Santo Sepulcro[230] encontró nuestro manuscrito, que catalogó con el número 355.

Ni uno ni otro bibliófilo supieron, ni siquiera pudieron imaginar, que habían tenido en sus manos el único resto material del *Método* de Arquímedes, sobre el que varios científicos de la Antigüedad habían hecho comentarios, ya que fue un libro muy copiado y difundido en aquel periodo.

No obstante, Athanasios transcribió en una de sus obras algunas líneas del texto oculto del palimpsesto, y quiso la casualidad que las leyera Johan Ludvig Heiberg, filólogo danés experto precisamente en Arquímedes. Tanto el contenido como el estilo le resultaron familiares, hasta el punto de que decidió viajar a Constantinopla para ver el manuscrito con sus propios ojos. Y descubrió que el palimpsesto contenía varias obras de Arquímedes, entre las cuales dos, *El método* y *Stomachion*, una especie de juego matemático, se consideraban perdidas. De una tercera, *Sobre los cuerpos flotantes*, tampoco existía ningún original en lengua griega, aunque el contenido era conocido a través de una traducción árabe. Heiberg consiguió descifrar gran parte de los textos ocultos solo con la ayuda técnica de una cámara fotográfica y una lupa, lo que le permitió editar años más tarde las obras completas de Arquímedes con la inclusión de las recientemente halladas.

Pero, aunque el contenido estaba recuperado, la vida propia del manuscrito continuó. En algún momento, quizá durante la Primera Guerra Mundial, desapareció de la biblioteca que lo custodiaba y no se volvió a saber de él hasta 1998, cuando una familia francesa que aseguraba tenerlo desde 1920 lo presentó a la casa de subastas Christie, en Nueva York. Un coleccionista anónimo pagó por el manuscrito dos millones de dólares y lo entregó al Walters Art Museum de Baltimore, donde actualmente se encuentra para su estudio y conservación.

4
ASÍ ACABÓ ALEJANDRÍA

Alejandría, la ciudad de la cultura por excelencia durante varios siglos, sede de la mayor biblioteca de la Antigüedad y del Museo, la primera institución que agrupó a los mejores científicos y escritores del momento, había entrado en decadencia. No se sabe exactamente cuándo desaparecieron la biblioteca y el Museo, pero sí que a mediados del siglo IV solo quedaba una versión reducida de ellos: la biblioteca del Serapeo, de dimensiones mucho más modestas, y unos cuantos estudiosos, entre los que se encontraban Teón, matemático y astrónomo, y su hija Hipatia.[231]

Teón se había dado cuenta pronto de que su hija era muy avispada y, dado que mostraba gran curiosidad por los asuntos de los que trataba con los estudiantes, la incorporó al grupo de modo que ella también recibiera sus enseñanzas.

Ciencia nueva y original hacía mucho tiempo que no se hacía. Parecía que, con el Imperio romano, los mejores espíritus habían orientado sus esfuerzos a las conquistas exteriores, a la política interna, a asuntos de moral y a temas religiosos o mistéricos. Los que tenían inquietudes filosóficas serpenteaban alrededor de los escritos de Platón o practicaban el estoicismo, y los que pretendían granjearse una vida eterna confortable se habían apuntado a las huestes cristianas. Aquellos que, por naturaleza, tendían a cuestionarlo todo volvían la mirada a los sabios antiguos, a los últimos matemáticos, geómetras o astrónomos, releían sus obras, las copiaban y las comentaban, mientras intentaban reproducir algunas de sus experiencias.

Teón escribió comentarios a las *Secciones cónicas*, de Apolonio de Perga, libro que tenía ya quinientos años, pero aún había encontrado

algún nuevo enfoque sobre él. Igual hizo con los *Elementos* de Euclides, aún más antiguo, y con el más reciente *Almagesto*, en el que Ptolomeo había unificado los saberes astronómicos de la Antigüedad. Hipatia había participado en aquellos libros, a veces discutiendo con su padre posibles interpretaciones, otras corrigiendo apuntes provisionales y otras tomando directamente a su cargo los comentarios a ciertos capítulos y la revisión de las ediciones finales. De hecho, es posible que el texto que se ha conservado del *Almagesto* hubiera sido preparado para su publicación por la propia Hipatia.[232]

Poco a poco la hija fue sustituyendo al padre y, cuando adquirió cierto renombre en la ciudad y comenzaron a referirse a ella los estudiosos de otras localidades, fundó su propia escuela. Acudían a ella hijos de familias acomodadas, tanto paganas como cristianas, procedentes de muchas ciudades de la parte oriental del Imperio, atraídos por el prestigio que aún conservaba la cultura helenística. Muchos de sus discípulos ocuparon posteriormente puestos importantes, algunos en la Administración como gobernadores y, en el caso de los cristianos, en la jerarquía eclesiástica como obispos. Y buena tuvo que ser la relación entre alumnos y maestra, porque se ha conservado abundante correspondencia hacia y sobre ella.

Son especialmente informativas las cartas escritas por Sinesio, obispo de Tolemaida, a varios compañeros de estudios y a su propia maestra, a la que llama «madre, hermana y profesora, además de benefactora y todo cuanto sea honrado tanto de nombre como de hecho». En una de las cartas le pide consejo sobre un libro que ha escrito y que le envía para que le dé su opinión sobre si debe publicarlo o no: «Si no te parece digno de oídos griegos, si, como Aristóteles, valoras más la verdad que la amistad, lo mantendré en secreto y la humanidad nunca oirá ni hablar de él. Aparte de mí, serás la única persona en leerlo».[233] En otra, Sinesio le pide que fabrique para él un higroscopio para medir el peso de los líquidos basándose en el principio de Arquímedes, y lo describe así: «Un tubo cilíndrico con la forma y dimensiones de una flauta, que en línea recta lleva unas incisiones para determinar el peso de los líquidos. Por uno de los extremos lo cierra un cono […]. Cuando se sumerge

en el líquido, el tubo se mantendrá recto y es posible contar las incisiones, que son las que dan a conocer el peso».[234]

No tenemos testimonio directo de sus actividades científicas, pero un cronista de la época afirma que Hipatia eclipsaba a su maestro en matemáticas y en astronomía.[235] En diferentes escritos se menciona que escribió un *Canon astronómico*, que al parecer fue una edición mejorada de las tablas de Ptolomeo, y Sinesio construyó un astrolabio siguiendo sus enseñanzas. Respecto a las matemáticas, además de los comentarios a Apolonio que editó junto a su padre, escribió también comentarios a Diofanto, matemático alejandrino del siglo III. Mientras el primero hacía un abordaje geométrico para resolver ecuaciones de orden superior, el segundo manejaba símbolos e incógnitas —de hecho, se le considera precursor del álgebra—. Así pues, Hipatia estaba familiarizada tanto con la aproximación algebraica de Diofanto como con la geométrica de Apolonio para la resolución de ecuaciones de orden superior. Ambos enfoques permanecieron vigentes hasta el siglo XVII, cuando Descartes y Fermat inventaron la geometría analítica.

La *Suda*, una gran enciclopedia escrita en Constantinopla en el siglo X que informa sobre muchos autores y acontecimientos cuya memoria por otros medios ha desparecido, dice de Hipatia que tenía una sabiduría excepcional, y la describe: «Vestida con el manto de los filósofos, abriéndose paso en medio de la ciudad, explicaba públicamente los escritos de Platón, o de Aristóteles, o de cualquier filósofo, a todos los que quisieran escuchar […]. Los magistrados solían consultarla en primer lugar para su administración de los asuntos de la ciudad».[236] Es curioso que se destaque su actividad como filósofa antes que como científica, aunque algunos estudiosos recientes ponen en duda su dedicación filosófica. Lo que está claro es que tenía un gran ascendiente sobre los intelectuales de Alejandría.

Por el hecho de ser una mujer en una ocupación, la ciencia, bastante insólita en la época para su sexo, los cronistas que se han ocupado de ella se han sentido en la obligación de informarnos sobre si era guapa o fea, si era virgen o promiscua, si estaba casada

o no, o si sus alumnos se enamoraban de ella porque era cautivadora, cosas todas que jamás se les ocurriría mencionar cuando trataban de Ptolomeo o de Euclides. Y aún un cronista del siglo VII, Juan de Nikiu,[237] se refiere a sus prácticas mágicas, otra acusación recurrente hacia las mujeres que poseen conocimientos.

Sin embargo, si bien el destino de muchas mujeres científicas ha sido el olvido, Hipatia no se ha olvidado precisamente porque le ocurrió algo peor. El intento de destruirla perpetuó su memoria y la convirtió en un mito. La vida de Alejandría en aquellos tiempos era muy difícil. Teodosio ostentaba el poder en Constantinopla desde el año 380 y había hecho de la religión cristiana un componente esencial del Estado. Se dictaron leyes contra los paganos y contra cualquier secta cristiana que se desviara lo más mínimo de la ortodoxia decretada por el emperador. En el año 391, cuando Hipatia tenía unos treinta años, un edicto dirigido al gobernador de Egipto hizo que se cerrara el Serapeo, y un grupo de cristianos, incitados por Teófilo, patriarca copto de Alejandría, asaltó y expolió su biblioteca, en la que seguramente Hipatia había pasado horas y horas consultando textos. Sinesio cuenta que Teófilo era rival de Hipatia en cuanto a influencia sobre los jóvenes de la clase alta en la ciudad, y reconoce que los tiempos no eran buenos para dedicarse a la filosofía, pues «con quien se ha dedicado a la filosofía los dioses se enemistan y no canalizan la fortuna hacia él».[238] Y aunque Hipatia enseñaba en un ambiente confesionalmente neutro, que ni era hostil al cristianismo ni dependía de los sacerdotes paganos, fue brutalmente asesinada.

La muerte de Hipatia ha dado que hablar mucho más que su vida a lo largo de los siglos. Se sabe, y esto nadie lo pone en duda, que unas turbas de cristianos la atacaron y la mataron ¿por dedicarse a la ciencia?, ¿por ser mujer?, ¿por tener autoridad moral en la ciudad?, ¿porque enseñaba a los jóvenes?, ¿porque influía en personas importantes que la respetaban?, ¿por ser pagana?, ¿por no ser religiosa? Quizá por una mezcla de todo ello. Pero mientras la mayoría de quienes han dado testimonio sitúa la autoría intelectual en los poderes eclesiásticos —el obispo de Alejandría, Cirilo, era rival

del gobernador civil de Egipto, Orestes, exdiscípulo de Hipatia—, los que intentan defenderlos pretenden que fue un movimiento popular e incontrolado al margen de la jerarquía de la Iglesia.

Hipatia se convirtió en un mito, sobre todo en la época de la Ilustración y durante el periodo romántico, por lo que su vida ha dado lugar a más obras de ficción que a sólidos estudios históricos. [239]

El mismo año de la muerte de Hipatia, Paulo Orosio, historiador y teólogo hispano, pasó por Alejandría y, al entrar en el Serapeo, se lamentó de cómo «sus armarios vacíos de libros fueron saqueados por hombres de nuestro tiempo».[240] Ese lamento se uniría a los otros muchos que previamente habría expresado allí Hipatia.

5
UN FRANCISCANO INGLÉS

> Cuatro son los obstáculos que nos impiden adquirir la verdad: la sumisión a una autoridad inadecuada e incompetente, la influencia de la costumbre, el prejuicio asentado popularmente y, peor que todo ello, la ocultación de nuestra propia ignorancia acompañada por un despliegue ostentoso de nuestro supuesto conocimiento. [Por el contrario,] hay que elegir las autoridades adecuadas, preferir la razón a la costumbre y la opinión del sabio al prejuicio popular. Pero el cuarto error es el peor, es una bestia salvaje extraordinaria, que devora y destruye toda razón; es el deseo de parecer sabio; todo hombre está sometido a su influencia.[241]

Cuando decía estas cosas, los escolares universitarios parisinos se quedaban desconcertados. Bastante tenían ellos ya con dominar el latín, hacer prácticas de retórica para brillar en el discurso y ejercicios de dialéctica para saber defender los argumentos. Pero el nuevo maestro, recién llegado de Oxford para hacer el doctorado y que daba aquellas clases para pagarse los estudios, parecía tener otras ideas… algo peligrosas, según el pensar de algunos, como esta misma que acababa de exponer y a cuya explicación dedicó más de una hora.

Otras veces les insistía en las matemáticas y, para sorpresa de muchos, en la conveniencia de estudiar el griego, algo que los jóvenes consideraban innecesario, pues entonces muchas obras griegas estaban a su alcance en latín, remitidas por los libreros de Toledo. Ya podían leer incluso a Aristóteles, cuya física y metafísica habían estado prohibidas en los últimos treinta años. ¿Qué más querían? ¡Y ahora venía este inglés con esas ideas extravagantes!

Roger Bacon había estudiado en Oxford con una persona muy especial. Su maestro, Robert Grosseteste, aunque necesitaba ayuda

para manejarse con el griego, había comprendido que, si pretendían rescatar el saber de los antiguos, tenían que acudir a las fuentes más fidedignas, pues los textos disponibles podían estar malinterpretados por aquellos que, con buena o mala fe, los traducían. También le había inculcado el valor de las matemáticas, en las que ambos con gran afición se habían hecho expertos. Pero sobre todo lo había convencido de la importancia de la observación y la experimentación, idea totalmente novedosa… y peligrosa, al decir de muchos, pues pensaban que los experimentos infringían la ley divina porque Dios quería guardar celosamente sus secretos.

En el año 1241, Roger decidió marcharse a París, donde se encontraban entonces los grandes maestros en artes. Lo que encontró allí le sorprendió sobremanera y le decepcionó, pues se dio cuenta de que muchos de los que ejercían como maestros no sabían más que lo que habían oído de otros o leído en los manuales, sin descubrir nada por sí mismos ni rescatar los escritos de los filósofos antiguos sobre los que disertaban. Los enseñantes de París daban vueltas y revueltas a lo ya conocido, y se enredaban en discusiones estériles y controversias en las que ejercitaban su oratoria pero que no los llevaban a adquirir nuevos conocimientos ni a relacionar lo que sabían con los hechos de la naturaleza.

—Maestro, mire el tema sobre el que tengo que hacer mi próxima disertación: «¿Cuál es la materia que careciendo de toda forma tiene capacidad para recibir cualquiera de ellas?». ¿Qué me aconseja, maestro Bacon?

—Pero ¿quién ha dicho que exista una materia tal? Hay tantos tipos y grados de materia como cosas existen. Menos sutilezas verbales y más observar las realidades de la vida. ¡Mira las cosas, pruébalas, observa cómo actúan sobre vosotros y cómo vosotros actuáis sobre ellas! Sobre la materia y la forma que subyace en ella, eso… ¡déjaselo a Dios!

Se aplicó a la experimentación como había visto hacer a algunos en Oxford, y para conseguir mayor influencia sobre los estudiosos que lo rodeaban decidió utilizarla no para una ciencia en particular, sino como un método aplicable a cada una de ellas. La experimentación permitía verificar o rebatir las hipótesis alcanzadas

matemáticamente, así como explorar en campos aún desconocidos. Ya algunos la habían utilizado anteriormente, como Galeno, Ptolomeo o los astrónomos árabes que construyeron aparatos bastante elaborados. Lo que hizo Roger fue dar universalidad al método, creando una teoría que unía experimentación y matemáticas, y que podía ser aplicado a la óptica o a la alquimia, así como al estudio de la naturaleza en general. Porque, decía, «el razonamiento permite llegar a conclusiones, pero no hace que estas sean ciertas. No elimina la duda, de modo que con él la mente puede intuir la verdad, pero es necesario descubrirla por medio de la experiencia». Y aplicó concienzudamente estas ideas al estudio del arco iris.

Más valía relacionarse con aquellos que en otros tiempos habían tenido las mismas preocupaciones, porque la mente de un solo hombre no es capaz de abarcar todas las cosas que son necesarias ni puede evitar siempre la falacia y el error en cada una de ellas. Por eso hay que ir añadiendo a lo que han dicho los que previamente han llevado a cabo el experimento o los que tienen información certera de ello y aplicar correcciones en muchos casos. Así, a lo largo de muchas edades saldrán a la luz los secretos de la naturaleza. Una sola vida no es suficiente. Incluso en una época concreta, lo que no podemos adquirir por nuestros sentidos lo aprendemos de otros, pues no en todos los lugares están presentes los mismos fenómenos o los mismos especímenes.

También decía que todas las ciencias están relacionadas entre sí y se auxilian unas a otras. Rara es la que puede alcanzar sus resultados por separado. Roger Bacon fue un precursor de lo que hoy denominamos multidisciplinariedad.

Pero su propósito exigía medios materiales que no poseía. En cuanto a los libros, necesitaba copias que debía pagar y escribas que pasaran a limpio sus apuntes, todo ello en pergamino que había que comprar. Y, aún más, la experimentación requería instrumentos, unos que podía adquirir y otros que debía diseñar y mandar construir. Su familia no era pobre pero, como consecuencia del enfrentamiento en Inglaterra entre el rey Enrique III y los barones, habían tenido que exiliarse y no podían ayudarlo.

Decidió entonces hacerse franciscano. Al fin y al cabo, su maestro, que también lo era, había podido dedicarse al estudio, y lo mismo podría hacer él. La mayor sencillez de la Orden y la ascendencia del maestro le hicieron preferirla frente a los dominicos. Alberto se había hecho dominico; pero era de los que pensaban que el estudio consistía solo en observar, describir y clasificar.[242]

Poco a poco consiguió reunir un pequeño grupo de estudiantes a los que entusiasmó con la novedad de su método. Pedía libros, instrumentos, especímenes para el estudio de la naturaleza, remedios, lentes, etc.

Una de las cuestiones que más fastidiaba a sus colegas universitarios, para los que desde luego no tenía pelos en la lengua, era cómo se deshacía en elogios hacia Petrus Peregrinus de Maricourt, un simple soldado, pero con aficiones investigadoras, al que Roger consideraba más digno de atención que los más doctos entre los doctos. Este soldado, que sentía gran interés por el magnetismo, había escrito en 1269 una carta que contenía todo un tratado sobre el tema, exclusivamente basado en sus propias observaciones y experimentos. De forma clara y sencilla diferenciaba los dos polos de un imán, demostrando que los iguales se repelían y los diferentes se atraían, y cómo la propiedad se mantenía si un imán se dividía en dos. Si ponía un imán sobre una madera fina y esta sobre un recipiente con agua lo suficientemente amplio como para que no entrara en contacto con los bordes, la madera, conducida por el imán, giraba hasta colocarse en una determinada posición.[243] De este experimento dedujo que la Tierra actuaba como un imán que causaba el giro de la madera. También alababa de él que no buscara los favores de los poderosos ni la riqueza, sino solo la pasión del conocimiento. A partir de su experimento, dedujo una teoría ajustada a los hechos, mientras que la mayoría de los docentes trataba de ajustar los hechos a las teorías.

Teorías, teorías, decía. Se escriben libros de teorías sobre problemas no resueltos, cuando lo que hay que hacer es ponerse a resolverlos. ¡Basta ya de espejismos metafísicos! A lo más que llegan los doctores es a observar y describir los fenómenos naturales o a comentar lo que otros han dicho sobre ellos, cuando lo que hay que

hacer es preguntarle a la naturaleza, hacerle preguntas que se puedan resolver. Esos son los experimentos y sin ellos, por mucho que se razone, no se puede llegar al conocimiento de las cosas.

A los franciscanos, sin embargo, no les gustaba la actitud de su fraile. Ya debían haberlo pensado antes, pues de tal palo tal astilla, y a Grosseteste le habían tenido que llamar la atención. Había comenzado este con especulaciones que no llevaban a ningún sitio, con experimentos que no eran otra cosa sino magia, y al final acabó criticando la corrupción del papado. Con Roger deberían tener más cuidado. Lo pusieron bajo vigilancia. No le prohibieron escribir, pero se lo dificultaron. Los copistas de la orden no estaban dispuestos a copiar los libros que les pedía, de modo que tuvo que continuar con las clases para poder pagar a copistas externos.

En cierta ocasión coincidió con otro franciscano, el cardenal Guy de Foulques, que mostró interés por sus ideas. Le inspiró confianza por ser hombre austero que no perseguía privilegios ni riquezas, a pesar de haber alcanzado el cardenalato. Cuando menos se lo esperaba, Foulques fue nombrado papa y, desde su nuevo estado, hizo llegar un mensaje a Roger para que le enviara los escritos en los que explicaba aquello que le había referido algunas veces de viva voz, aunque así contraviniera las directrices de su orden. Roger vio que la oportunidad era única, pues el papa franciscano estaba por encima de sus superiores, pero ni siquiera tenía sus obras pasadas a limpio, de manera que pudieran enviarse para ser leídas ordenadamente y de forma inteligible. A toda prisa consiguió dinero de algunos amigos y, sin que se enteraran sus superiores, comprometió a varios amanuenses para que se aplicaran a reproducir sus trabajos. Hasta tres copias mandó hacer por miedo a que se perdieran. Una vez tuvo el manuscrito terminado en su poder, envió con él a Johanes, uno de sus estudiantes, como mensajero de confianza. Este, junto con un compañero de viaje y un par de mulas, cruzó los Alpes, atravesó el Rubicón y llegó a Roma. La carta que acompañaba la obra estaba cuidadosamente redactada:

> Una vez que la sabiduría de Su Santidad haya obtenido mayor certeza respecto de estas materias, la opinión de su autoridad persuadirá con facilidad a los

> estudiosos y sabios de que, lo que la mayoría de los estudiantes no puede recibir, sí se alegrarán de recibirlo aquellos que están ansiosos de conocimientos.

No pretendía Roger dejar su obra al alcance de cualquiera. Tanto los clérigos, con sus peleas y sus vicios, como los pedantes escolásticos, con su falso concepto de la sabiduría, eran obstáculos para el conocimiento real. Mejor reservar los resultados de sus estudios para aquellos que estuvieran de verdad interesados, personas como Maricourt o Foulques. Pero todo el esfuerzo fue en vano, pues el nuevo Papa falleció prematuramente y Roger no volvió a saber nada del manuscrito enviado.

Tenía que ser muy cuidadoso con la Iglesia, pues esta, cavilaba, si hubiera podido, solo habría conservado dos ciencias: la astronomía, porque era útil para el calendario de cultos, y la música, para los oficios divinos. Rastreó entonces en las obras de los antiguos padres y fue sacando a la luz opiniones favorables sobre la geometría y la aritmética; sobre las ciencias de la naturaleza destacó que producían contemplación de los dones del Señor. Otro argumento que utilizó en defensa de las ciencias fue que desviaban el apetito de las cosas carnales. Llegó a plantear que los principios de las ciencias también estaban en la revelación y que José, Moisés, Salomón, Noé, etc., eran en realidad filósofos que compartieron sus conocimientos con los egipcios y los caldeos, y que fueron los predecesores de los pensadores indios, griegos, latinos y persas. ¡Ah!, ¡dichosos los científicos griegos, que no tuvieron que oponerse a nadie para llevar a cabo sus experimentos!, debía pensar en los momentos difíciles.

A pesar de todas estas precauciones, Roger fue considerado altamente peligroso. Ya entrado en los sesenta, y sin la protección de Foulques, el general de la Orden lo llamó a capítulo a propósito de sus doctrinas, que fueron reprobadas mientras él era conducido a prisión. El nuevo papa también condenó sus escritos. Él se aferraba a su convicción: la propia experiencia tiene más valor que cualquier cosa que haya sido aprobada por las autoridades. No te dejes influenciar por la autoridad del que habla. No consideres quién habla, sino lo que dice.

Como en el caso de Sócrates, su principal pecado ante sus perseguidores fue oponerse a la ignorancia disfrazada de sabiduría. Como en el de Galileo, optó por callar. Permaneció en la cárcel hasta poco antes de su muerte.

Los vaivenes del saber relacionan entre sí a personajes variados a lo largo de la historia. Roger Bacon escribió en su geografía que la distancia entre el oeste de Hispania y el este de Asia era menor de lo que creía Ptolomeo. Esta idea fue reproducida dos siglos más tarde en el *Imago mundi* de Pierre d'Ailly, quien, o bien tuvo la misma ocurrencia, o bien reprodujo a Roger sin citarlo. El caso es que dicho libro llegó a manos de Cristóbal Colón y, según escribió este en carta a los reyes Isabel y Fernando, aquella afirmación había puesto en su mente la idea de viajar hacia Occidente para alcanzar la India.

6
LA IMPERFECCIÓN DE LOS CIELOS

Roger Bacon había identificado la obediencia ciega a la autoridad y los prejuicios populares como dos de los impedimentos para alcanzar la verdad. Galileo, tres siglos y medio más tarde, puso también todo su empeño en luchar contra ambos: «La verdad es la única guía que debe seguir el científico; recurrir al principio de autoridad carece de sentido».[244] Para ambos, las matemáticas, el método experimental y la demostración eran las únicas herramientas válidas.

Aunque la Iglesia se opuso tanto al uno como al otro, las circunstancias fueron más complicadas en el caso de Galileo, pues varios cambios relevantes se habían producido en los siglos intermedios. Casi contemporáneo de Roger Bacon fue Tomás de Aquino, quien, tras recuperar las obras de Aristóteles, las pulió y reinterpretó de modo que no contradijeran las Escrituras. Este nuevo aristotelismo, el escolástico, se asentó en las universidades que iban surgiendo en las ciudades europeas como doctrina aceptada para la interpretación del mundo natural, del mismo modo que las Escrituras lo eran para el mundo teológico. Dos siglos y medio más tarde se produjo la Reforma luterana y, como respuesta a ella, el Concilio de Trento estableció nuevas normas y doctrinas basadas en las tesis más conservadoras.

Galileo nació un año después del final del concilio, que había durado diecisiete años. Y siete años tenía Galileo cuando se creó, como apéndice de la Inquisición, la Congregación del Índice, que establecía la relación de libros prohibidos. Parecía un momento especialmente difícil.

Mientras enseñaba en la Universidad de Pisa, en la Toscana, Galileo hizo contribuciones importantes a la física del movimiento: el péndulo, la caída libre de los cuerpos, el desplazamiento de los proyectiles, la inercia, etc. De esa época dataría el experimento que, según su primer biógrafo, su discípulo Viviani, realizó arrojando dos cuerpos de distinto peso desde lo alto de la torre de Pisa. Según sus predicciones ambos objetos deberían alcanzar el suelo de forma simultánea, en oposición a Aristóteles, que asumía que el más pesado llegaría antes. Hiciera el experimento o no, pues muchos lo ponen en duda, Galileo sí mostró ya entonces que Aristóteles se equivocaba. Sin embargo, al tratarse de un tema sin mayor trascendencia, la discrepancia no tuvo consecuencias.

Decidió entonces trasladarse a la Universidad de Padua. Esta pertenecía a la República de Venecia, que en aquellos momentos gozaba de un carácter más independiente de la Iglesia y, por tanto, más tolerante y liberal. Allí las investigaciones de Galileo se fueron centrando cada vez más en el estudio del universo, o del cielo, como se decía entonces. Se fue convirtiendo, además de en matemático, geómetra y físico, en astrónomo. Para ganarse la vida no solo daba clases, también montó un taller en el cual, con ayuda de un mecánico, construía instrumentos de precisión, brújulas, entre otros, que vendía, y donde fabricó sus primeros telescopios a partir de un modelo totalmente novedoso que mandó traer de Holanda.

La imagen del cielo que le proporcionó el nuevo instrumento lo estimuló y lo llenó de ideas. Vio las cuatro lunas de Júpiter, el anillo de Saturno, las montañas de la Luna y las manchas del Sol. Nunca nadie había experimentado algo así. Un excitado y entusiasmado Galileo publicó entonces el *Sidereus nuncius*, escrito en latín, la lengua de los libros científicos y filosóficos del momento, en el que mostró abiertamente por primera vez su preferencia por la tesis heliocéntrica propuesta por Copérnico frente al modelo comúnmente aceptado de Aristóteles y Ptolomeo, según el cual toda la bóveda celeste, incluido el Sol, giraba en torno a la Tierra.

Consciente de la trascendencia de sus hallazgos, a los cuarenta y siete años solicitó al gran duque de la Toscana el cargo de matemático de la corte. De ese modo no tendría que buscar otros

medios para ganarse la vida y se podría dedicar exclusivamente a sus investigaciones. Sus amigos venecianos, Sagredo entre ellos, [245] se lo desaconsejaron por la mayor permisividad que existía en Padua. No obstante, consiguió el puesto y se trasladó a Florencia.

Según Aristóteles, el mundo celeste era perfecto e incorruptible, mientras que en la Tierra había generación, corrupción y mutabilidad. La naturaleza de la Tierra era, por tanto, diferente de la del resto de elementos celestes, los cuales, inaccesibles e inmutables, giraban insertados en unas esferas transparentes e invisibles alrededor de ella.

No todos en la antigua Grecia se explicaron el universo de la misma forma. Existen testimonios de que Heráclides del Ponto, contemporáneo de Aristóteles, ya propuso que era el giro de la Tierra sobre sí misma, y no del cielo, la causa del ritmo diurno y, algo más tarde, Aristarco de Samos defendía que la Tierra giraba en torno al Sol y no al contrario. También hubo astrónomos que, si bien participaban de la teoría de las esferas, las consideraban puras entelequias matemáticas que explicaban los movimientos de los cuerpos celestes, mientras que para Aristóteles las esferas eran entidades físicas reales. Entre todas esas teorías, fue la de Aristóteles la que prevaleció. Es posible que, al ser su obra tan extensa y enciclopédica, adquiriera fama en muchos ámbitos, lo que le dio más crédito que a sus contemporáneos o sucesores.

Por tanto, las ideas de Copérnico no surgían por primera vez, aunque tras muchos años de reflexión y estudio fue capaz de elaborar una propuesta de sistema completo en el que encajaban mejor muchos de los fenómenos observados desde la Antigüedad. Para protegerse, Copérnico justificaba su teoría con el argumento de que los cálculos más exactos que se deducían de su sistema permitirían a la Iglesia elaborar un calendario más ajustado a la realidad natural. ¡El descubrimiento de la organización del sistema solar se planteaba como un servicio al calendario de cultos del catolicismo!

Galileo, que había nacido veinte años después de que se publicara el libro de Copérnico, desde muy pronto se sintió atraído por su sistema. Sin embargo, nunca osó manifestar abiertamente sus

preferencias hasta que abordó el estudio de forma directa mediante su telescopio. Fue entonces cuando comenzó a hacer públicas, una tras otra, una serie de evidencias que trastocaban la física vigente y apoyaban la hipótesis de Copérnico. Así, la observación de montañas en la Luna no permitía sostener que los cuerpos celestes eran esferas lisas y perfectas; las lunas que giraban en torno a Júpiter mostraban claramente que la Tierra no era el único centro sobre el que se desplazaban todos los elementos celestes; los movimientos de los planetas se explicaban con mayor facilidad si sus órbitas tenían lugar alrededor del Sol; por último, los desplazamientos de las manchas solares eran compatibles con el giro de la Tierra alrededor del Sol y con la rotación del propio Sol sobre sí mismo.

En el *Sidereus nuncius* abrió no ya al intelecto sino a los sentidos la naturaleza de muchos fenómenos celestes. Fue la experiencia sensible y no solo una teoría la que echó por tierra uno de los grandes pilares de la cosmología aristotélica. La tesis de la diferencia esencial entre los mundos celeste y terrestre, base del sistema, se vino abajo.

En una carta a Giuliano de Médicis, Galileo dice: «Venus, Mercurio y los demás planetas giran necesariamente alrededor del Sol, cosa que ya creían los pitagóricos, Copérnico, Kepler y yo, aunque no se había demostrado sensiblemente como ahora con Venus y Mercurio […]. Pero aún nos tocará vernos considerados por la universalidad de los filósofos librescos como poco doctos y poco menos que estúpidos». Sabía en qué terreno se estaba introduciendo.

Los jesuitas habían tomado desde su fundación en 1534 el relevo del escolasticismo, haciendo inseparables la ciencia y la teología. En realidad, la física del momento consistía en comentar la establecida por Aristóteles y las interpretaciones que sobre ella se habían hecho durante la Edad Media. Tomás de Aquino había sido nombrado doctor de la Iglesia en 1567, justo al finalizar el Concilio de Trento, y sus escritos, junto con los de Aristóteles, se consideraron a partir de entonces incuestionables. El Colegio Romano, jesuita, era la

institución más prestigiosa e influyente del momento, baluarte del dogmatismo más radical.

El propio Galileo cuenta una anécdota según la cual un anatomista veneciano, ante la controversia sobre el origen de los nervios, que según Galeno se encontraba en el cerebro y según Aristóteles en el corazón, estaba haciendo una disección. «Mostró a los asistentes cómo partiendo del cerebro la grandísima cepa de los nervios iba pasando por la nuca, descendiendo por la espina dorsal y repartiéndose por todo el cuerpo, mientras que solo un hilo sutilísimo como el de coser llegaba al corazón. Preguntó entonces al peripatético si quedaba convencido del origen de los nervios, a lo cual el filósofo respondió: "Vos me habéis hecho ver eso de modo tan claro y sensible que, si no se diese el caso de que hay un texto de Aristóteles en contra, que dice abiertamente que los nervios nacen en el corazón, habría que aceptarlo forzosamente como verdadero"».[246]

Puede que Galileo exagerara al presentar la anécdota, pero es cierto que el jesuita Grienberger confesó a un amigo en una ocasión tras presenciar una demostración de Galileo que estaba tan claro que, si no hubiera sido ese tópico tratado por Aristóteles, con quien los jesuitas no podían estar en desacuerdo, habría hablado positivamente de los experimentos mostrados porque le habían impresionado muy favorablemente.[247]

El mismo Aristóteles tenía conciencia de las dificultades de su sistema, y así lo manifestó en su *Metafísica*. Sabía que las traslaciones observadas eran complejas y que cada astro trasladado debía hacerlo mediante varias esferas, por lo que dudaba de cuántas esferas existían en total y proponía varias posibilidades. Pero los aristotélicos fueron más allá que él mismo: hicieron de sus obras unas segundas Escrituras de las que nadie se podía desviar.

Galileo, que conocía bien tanto a Aristóteles como a los aristotélicos, ponía en boca de un personaje que representaba sus propias ideas:

> ¿No dice Aristóteles que, dada su lejanía, de las cosas del cielo no se puede tratar con seguridad? ¿No afirma también que lo que la experiencia y los

> sentidos nos demuestran debe anteponerse a cualquier razonamiento por bien fundado que parezca? […] Nosotros podemos teorizar mucho mejor que Aristóteles sobre las cosas del cielo, porque […] [él mismo] está aceptando que aquel a quien los sentidos pudiesen representarse mejor el cielo, podría filosofar sobre este con mayor seguridad. Nosotros, gracias al telescopio nos lo hemos acercado treinta o cuarenta veces, […] y por tanto podemos tratar de las cosas del cielo con mayor seguridad que Aristóteles.[248]

Y continúa: «¿Acaso tenéis alguna duda de que si Aristóteles viese las novedades descubiertas en el cielo no iba a cambiar de opinión y enmendar sus libros? […] Son sus secuaces los que han dado la autoridad a Aristóteles, no él quien la ha usurpado».[249]

Sin embargo, no todos aceptaron el reto. Muchos aristotélicos dijeron no estar dispuestos a mirar por el telescopio. Unos decían que no había que aturdirse la cabeza con cosas nuevas y meterse en andanzas que viniesen a confundir sus ideas de siempre. Otros, que podía ser perjudicial para los ojos o para la salud en general.

Un grupo de clérigos dirigido por el dominico Lodovico delle Colombe se organizó para perseguir a Galileo en la que algunos de sus amigos llamaron la «Liga de las Palomas». Dicha liga consiguió en 1616 la condena formal del copernicanismo y la primera censura de la Inquisición a Galileo. El inquisidor Bellarmino, jesuita que había llevado el proceso de Giordano Bruno, inició también el de Galileo. Decía que al defender el sistema heliocéntrico corría el riesgo de irritar a «todos los filósofos y teólogos escolásticos». Y no era ya solo que Galileo se opusiera a Aristóteles, sino que, según ellos, también lo hacía a las Sagradas Escrituras.[250]

Según esa interpretación, que se podía llevar tan lejos como se quisiera, algunos pasajes bíblicos eran contrarios al heliocentrismo, especialmente el libro de Josué, donde dice: «El sol se paró en medio del cielo y dejó de correr un día entero hacia su ocaso hasta que el pueblo se vengó de sus enemigos». Para ellos, la Biblia podía decidir qué era la verdad no solo en los asuntos teológicos sino también en los físico-naturales. Galileo, en cambio, reivindicaba ese derecho para la ciencia.

En su carta a la gran duquesa de Toscana Cristina de Lorena, deja muy clara su postura:

> Yo descubrí hace pocos años muchos pormenores en el cielo que habían permanecido invisibles hasta esta época, los cuales […] me supusieron la enemistad de un no pequeño número de tales profesores, casi como si yo con mis propias manos hubiese colocado tales cosas en el cielo para enturbiar la naturaleza y las ciencias […]. Lo que propongo no es que no se condene, sino que no se condene sin entenderlo, oírlo, ni siquiera verlo […], sobre todo cuando su autor no trata de cosas referentes a la religión o la fe […] sino que siempre se atiene a conclusiones naturales referidas a los movimientos celestes tratadas con demostraciones astronómicas y geométricas fundadas sobre experiencias sensibles y minuciosísimas observaciones […]. No debe extrañar a los estudiosos si algunos semejantes se ríen en el futuro de nosotros.

Para ajustarse a la doctrina, una de las exigencias impuestas a Galileo fue que presentara el heliocentrismo no como una certeza, sino como mera hipótesis equivalente al geocentrismo. En su *Diálogo sobre los dos máximos sistemas*, publicado en 1632, Galileo siguió al pie de la letra la recomendación para no pillarse los dedos. De ello resultó una obra maestra, tanto desde el punto de vista científico como literario, que rebosa pedagogía sin dejar atrás el humor, la ironía y la mala leche.

Presenta a tres personajes que se reúnen en Venecia a lo largo de cuatro jornadas para someter a discusión los dos sistemas que están en juego para la interpretación del universo: el ptolemaico y el copernicano. El primero es defendido por Simplicio, un hombre inocentón, no malicioso, cuyos conocimientos sobre la naturaleza se basan exclusivamente en el estudio y la interpretación de los escritos de Aristóteles y sus comentaristas. El segundo lo presenta Salviati, que va desgranando sus teorías no como verdades en las que cree, sino como las consecuencias del sistema copernicano. A veces se refiere a hechos o hallazgos de Galileo como procedentes de «un amigo común» a ellos, pero sin mencionar nunca su nombre. El tercer participante es el anfitrión, Sagredo, un noble veneciano, este sí personaje real, que actúa como observador imparcial, pidiendo a veces explicaciones a uno u otro, y que ejerce de dinamizador en las

discusiones, pero que siempre acaba dando la razón a Salviati. Es decir, Galileo utiliza una doble protección: no escribe en su propio nombre, ni siquiera lo menciona, sino que sus hallazgos son presentados por un personaje ficticio, y los dos sistemas se plantean como hipótesis, solo que las demostraciones y los resultados de las experiencias realizadas apoyan el heliocentrismo y dejan sin base el sistema ptolemaico, cuyas únicas evidencias son las interpretaciones más o menos forzadas de los textos aristotélicos.

Las reflexiones de Galileo sobre la ciencia son muy abundantes en sus escritos. Insiste en la separación metodológica entre las humanidades, cuyos logros están en función de la habilidad y el ingenio del analista, y la ciencia, cuya veracidad depende de factores externos y no necesariamente del talento del investigador.

> Si estuviéramos discutiendo sobre algo de leyes o de otros estudios de humanidades [...], se podría confiar suficientemente en la sutileza del ingenio, en la rapidez verbal y en la mayor destreza de los escritores, y esperar que el que uno venciese en estas cosas, sirviese para poner de manifiesto y permitir juzgar la superioridad de su razonamiento. Pero en las ciencias naturales, cuyas conclusiones son verdaderas y necesarias y no cuenta para nada el arbitraje humano, hay que guardarse de no estar defendiendo lo falso, porque mil Demóstenes y mil Aristóteles se quedarían con un palmo de narices ante cualquier ingenio mediocre que hubiera tenido la suerte de aferrarse a la verdad.[251]

Considera muy peligroso —y es reflejo de lo que está ocurriendo en su entorno— que lo que muestra una experiencia se malinterprete debido a las ideas preconcebidas:

> Me he convencido de que entre los hombres hay algunos que, reflexionando prepósteramente, primero se afirman en el cerebro la conclusión, y porque es suya o es de alguien a quien tienen en gran consideración, se la imprimen tan fijamente, que ya es del todo imposible arrancársela jamás. Y a las razones que se les ocurren a ellos mismos o que oyen aducir a otros en confirmación del concepto fijado, por simples e insulsas que sean, enseguida les dan su conformidad y aplauso, y, al contrario, las que se les presentan en contra, por más ingeniosas y concluyentes que sean, las acogen no ya con repugnancia, sino con desdén e ira acerbísima. Y alguno de estos, impulsado por el furor, ni

> siquiera estaría lejos de intentar cualquier maquinación para suprimir y hacer callar al adversario. Y yo he visto algún caso de ello.[252]

Sabe de lo que está hablando. Por eso cree que es bueno que existan disputas entre científicos, ya que estas no pueden más que ser beneficiosas, «porque si nuestras ideas son verdaderas se habrán conseguido nuevos logros, y si son falsas, con su rechazo se verán confirmadas más claramente las teorías anteriores».[253] A diferencia del razonamiento teológico o filosófico del momento, que revisa una y otra vez conceptos ya elaborados, el descubrimiento científico ha de ser original. En el *Diálogo*, hablando Salviati de «ese amigo común» al que no nombra, dice: «Ni una sola de las infinitas conclusiones admirables que contiene [el escrito de mi amigo] ha sido advertida y comprendida por alguien antes que él».[254]

Galileo disfruta de su actividad: «Las cosas que he descubierto me han proporcionado siempre gran deleite, y después de este, que es el mayor, experimento gran placer en conversar sobre ellas con algún amigo que las entienda y que muestre gusto por ellas».[255] También es certero en cuanto a cómo se debe enseñar la ciencia: «Y puesto que me parece que el proceder mediante preguntas aclara bastante las cosas, además del gusto que da el sonsacar al interlocutor haciéndole decir lo que no sabía que sabía, me serviré de este procedimiento».[256] Podría ponerse en boca de muchos que hoy intentan mejorar los métodos pedagógicos.

Por último, es optimista: «Preocupaos más bien por los filósofos, […] porque en lo que respecta a la propia ciencia, solo puede progresar».[257]

Como buen científico, Galileo se sabía heredero de los que le precedieron. Dice de pasada en una ocasión que se refugiaba «bajo las alas del sobrehumano Arquímedes, al que nunca nombro sin admiración».[258] Y sabe que su labor será continuada por otros: «Lo que voy a decir lo propongo únicamente como una llave que abra la puerta de un camino nunca recorrido por otro, con la firme esperanza de que mentes más especulativas que la mía puedan ampliarlo y penetrar más allá de lo que lo habré hecho yo en esta primera exploración mía».[259]

Siempre tuvo abundante comunicación con colegas que podían comprender sus inquietudes y le gustaba discutir con ellos los hallazgos de unos y otros. Según las cartas conservadas o testimoniadas, compartió muy pronto con Kepler su preferencia por el copernicanismo, aunque lo mantenía en secreto mientras buscaba más evidencias que lo apoyaran. A su vez, Kepler le envió su libro *El secreto del universo*. Cuando comenzó a construir los telescopios —que le salían unos mejor y otros peor, pues a medida que crecían los aumentos más difíciles eran de corregir las distorsiones— envió uno de ellos como regalo a Kepler y este, tras hacer las observaciones pertinentes con él, le escribió: «¡Venciste, Galileo!».[260] Otras veces la comunicación era más bien agria debido a la competencia, algo también muy habitual entre los científicos. Christoph Scheiner, jesuita y matemático alemán algo más joven que Galileo y que también construyó telescopios, descubrió las manchas solares en algún momento, al igual que lo hizo Galileo. Este dice a propósito de aquel en una carta a su discípulo y amigo Micanzio:

> El cerdo y maligno asno hace inventario de mis ignorancias, que proceden de una sola, ignorada en un principio tanto por él como por mí. Se trata de la pequeñísima inclinación del eje de rotación del cuerpo solar respecto al plano de la eclíptica. Yo la descubrí, estoy seguro, antes que él, pero no tuve ocasión de hablar de ello más que en el *Diálogo*. Pero vea el desgraciado su mala suerte: de tal observación él no supo sacar nada maravilloso, yo con ella descubrí el máximo secreto que hay en la naturaleza.

Lo que no sabremos nunca es si Scheiner también se daba cuenta de la trascendencia del descubrimiento, pero no se atrevió a manifestarlo dada su condición de jesuita, que le prohibía disentir del aristotelismo. En cualquier caso, la polémica indica que el hallazgo estaba en el ambiente. Pero era necesario no solo ser buen intérprete de aquello que se experimentaba, sino también tener las suficientes agallas para comunicarlo abiertamente.

Micanzio siempre fue fiel a su amistad con Galileo, según le comunica en una carta: «¡Pero qué desgraciada secta ha de ser aquella a la que todo lo bueno y fundado en la naturaleza por necesidad ha de resultar contrario y odioso! […] Si por esta causa no

puedo tener la gracia de ver publicado el *Diálogo*, mandaré a los cien mil diablos a estos hipócritas sin naturaleza y sin dios».[261] En su última época, cuando Galileo se encontraba en prisión domiciliaria en las afueras de Florencia, Micanzio lo ayudó a sacar clandestinamente sus manuscritos y se los hizo llegar al impresor Elsevier, en Holanda, donde fueron publicados. Gracias a él llegaron hasta nosotros.

7
EL POLÍTICO DE LA CIENCIA

Puritano calvinista, jurista, filósofo, parlamentario y canciller en la Inglaterra de Jacobo I, de quien recibió varios títulos nobiliarios, Francis Bacon estaba entusiasmado por los nuevos conocimientos que se oponían tanto al aristotelismo dogmático que imponía la Iglesia católica como al aristotelismo a secas que impregnaba las discusiones entre maestros y discípulos en todas las universidades europeas.

Convencido de que el hombre en sus inicios era dueño y señor de la naturaleza —creencia que compartían católicos y protestantes—, pensó que la ciencia podía devolverle el papel de amo para el que fue creado y que perdió como consecuencia del primer pecado. Por eso se apresuró a poner la ciencia al servicio del Imperio y dedicó parte de su obra a legislar cómo había que trabajar la ciencia para dirigirla a ese fin.

Propuso para esta un método inductivo según el cual, a partir de los resultados de numerosas observaciones, experimentos y pruebas realizadas sobre los fenómenos naturales, se podían establecer axiomas y, finalmente, obtener conocimientos precisos sobre las leyes supremas y con validez universal que gobernaban la naturaleza. De esta manera se conseguiría instaurar el imperio del hombre en el universo. En realidad, ningún científico se basó jamás en dicho método, aunque sí pudo utilizarlo como elemento auxiliar en alguna ocasión.

Sin embargo, los hallazgos de Galileo, casi coetáneo suyo, no le parecieron de interés, e incluso consideraba sospechosas las lentes que utilizaba, porque, según decía, solo había recogido tres informaciones: las lunas de Júpiter, las manchas del Sol y las

irregularidades de la Luna. ¡Poca cosa para la acumulación de datos que exigía su método inductivo!

Francis Bacon no era un científico. Nunca pretendió investigar nada en particular, sino legislar sobre cómo había que hacerlo. Fue Voltaire, otro que tampoco era «hombre de ciencia» —como se decía en Francia en aquella época—, quien lo presentó como «padre» de la filosofía experimental en 1733. Aunque también ironizaba sobre él y, refiriéndose a su *Novum organum*, decía: «Su mejor obra es actualmente la menos leída y la más inútil. Fue el andamio sobre el cual se construyó la nueva filosofía, pero una vez que se levantó el edificio, el andamio ya no sirvió para nada. El canciller Bacon no conocía aún la naturaleza, pero indicaba a los demás los caminos que conducían a ella».[262]

Aunque valoraba al descubridor, al que aportaba algo nuevo a lo ya conocido, la tarea que se propuso Francis Bacon carecía de la dimensión colectiva que necesariamente tiene la ciencia, tanto en relación con sus contemporáneos, con los que no se planteaba colaborar, como él mismo dejó claro: «No voy tras las huellas de nadie y no comparto esta tarea con nadie»,[263] como con el soporte recibido de los que lo habían precedido y sobre cuyo conocimiento la ciencia avanza, ya sea completándolo o demostrando su falsedad. Por el contrario, escribía: «Rechazamos a la vez y de un solo golpe todas las ciencias y todos los autores y, además, sin recurrir a ninguno de los antiguos en nuestra ayuda y apoyo, confiamos únicamente en nuestras propias fuerzas».

También, a diferencia de los científicos, su objetivo no era conocer una verdad objetiva sobre el mundo natural, sino conseguir ponerlo al servicio del hombre —o al menos del hombre inglés del siglo XVII —.

> Cabe imaginar —decía— diversos cálculos de los movimientos celestes que salvan bastante bien los fenómenos, pero que entre sí son divergentes [se refiere al sistema ptolemaico y al heliocentrismo, que considera igualmente válidos]. Pero nosotros no nos preocupamos por estas cosas opinables y al mismo tiempo inútiles. Nos hemos propuesto, por el contrario, comprobar si realmente podemos poner unos fundamentos más firmes al poder y la grandeza del hombre y ampliar sus límites.

La finalidad de la ciencia, según Francis Bacon, era dotar a la vida humana de nuevos descubrimientos y recursos, siendo este un fin querido por Dios: «El objetivo no es solo la naturaleza libre y espontánea […] sino sobre todo la naturaleza encadenada y vejada, es decir, la naturaleza a la que el arte y el ministerio humanos saca de su curso habitual, oprime y da forma». Y la une al poder: «Los dos objetivos gemelos, la ciencia y el poder humanos, vienen a ser en realidad lo mismo».

A los que contemplan y estudian la naturaleza sin otro fin que el conocimiento, es decir, a los verdaderos científicos, los considera víctimas de un prejuicio:

> En la mente de los hombres tiene cabida un error más sutil, a saber, considerar el arte como un mero aditamento a la naturaleza, capaz de concluir lo que esta comienza o de corregirla en sus desvaríos, mas nunca de introducir cambios radicales en la misma ni de conmover sus fundamentos. Tal prejuicio ha introducido el mayor de los pesimismos en los asuntos humanos.

Por este motivo critica a los científicos griegos, pues de ellos apenas se puede aducir un experimento que aspire a aliviar y mejorar el estado de la humanidad. Y resume: «La verdadera y legítima meta de las ciencias no es otra que dotar a la vida humana de nuevos descubrimientos y recursos».

Como hijo de su tiempo y del puritanismo calvinista en el que fue educado, no consideraba la ciencia como un peligro, como hacían los católicos, sino que la abrazaba como algo útil que no solo no se oponía a la religión, sino que la servía al disponer de la naturaleza toda para favorecer al hombre por voluntad divina: «Rogamos a Dios Padre […] que el abrir las vías del sentido […] no genere en nuestro ánimo ningún tipo de incredulidad hacia los misterios divinos». Y también: «La filosofía natural es, después de la Escritura, la mejor medicina contra la superstición y un alimento excelentísimo para la fe. Por ello se la pone con razón como fidelísima sierva de la religión, pues si la una nos manifiesta la voluntad de Dios, la otra nos manifiesta su poder».

La «gran restauración» que preconiza en el *Novum organum* es la del poder humano sobre el universo, la ambición que considera más sana y más noble. «Recupere, por tanto, el género humano el derecho suyo sobre la naturaleza que le compete por donación divina y désele poder». Para ello requiere apoyo institucional, historia natural suficiente, método inductivo y abjuración de los ídolos.

> El verdadero fin del conocimiento no es la satisfacción de la curiosidad […], ni la victoria del ingenio […], ni el lucro de la profesión, ni la ambición del honor y la fama, ni la capacitación para los negocios […] sino restituir y restaurar en gran medida al hombre en la soberanía y el poder que poseyó en el primer momento de su creación.[264]

A pesar de todas estas ideas, que podríamos calificar de anticientíficas, hay que reconocer que tuvo una intuición brillante al preguntarse «si la faz del cielo sereno y estrellado es percibida por nosotros en el mismo instante en que existe realmente o bien un poco después».[265] En realidad, según sabemos actualmente, mucho, mucho después. Pero la estimación de las distancias y el concepto «años luz» tardarían siglos en aparecer.

8
LOS TRES ERRORES DE DESCARTES

Una inteligencia precoz en un cuerpo frágil tiene la ambición de encontrar un método universal para alcanzar la verdad. La fragilidad del cuerpo la transmite su primer biógrafo, cuando relata cómo el rector del colegio jesuita en el que estudiaba le había concedido el privilegio de no asistir a los cursos y de permanecer por las mañanas en la cama más tiempo del permitido a sus compañeros, «tanto a causa de su salud enfermiza como porque reconocía en él un espíritu inclinado a la meditación».[266]

Esa soledad de la habitación del colegio le debió resultar grata, pues intentó conservarla durante casi toda su vida. En París primero y en distintas ciudades de los Países Bajos más adelante solía vivir en barrios alejados, o bien se trasladaba con frecuencia de domicilio o de ciudad sin dar cuenta de su paradero. Deseaba permanecer oculto, casi siempre solo. A veces por disponer de su tiempo sin menoscabo, a veces por eludir los compromisos del reconocimiento social, a veces para sortear los peligros de las omnipresentes censuras. El caso es que prefirió mantenerse escondido siempre que le fue posible e incluso hizo del verso de Ovidio «Feliz quien vive oculto»[267] su divisa.

En una búsqueda empecinada de la verdad, utilizó un cortocircuito. Porque desconfiaba de todas las teorías comúnmente aceptadas, de las experiencias sensibles que consideraba falaces, de los autores precedentes, de todo lo recibido de sus padres, de sus maestros o de la sociedad, optó por ser su propio juez. Esto le llevó un tiempo, tres años que pasó viajando con el fin de olvidar, de deshacerse de

las opiniones que había recibido hasta entonces y a las que había dado crédito. Un movimiento muy parecido al que haría tres siglos más tarde André Gide: «Mientras otros publican o trabajan, pasé tres años viajando para olvidar todo lo aprendido. Esta desinstrucción fue lenta y difícil, pero fue para mí más útil que todas las instrucciones impuestas por los hombres, y fue verdaderamente el comienzo de mi educación».[268] Sin embargo, la fuente de conocimiento a la que aspiraban uno y otro tras haberse desembarazado del lastre de lo aprendido era radicalmente distinta. Mientras Descartes decidió considerar verdad solo lo que en su razón aparecía de forma clarísima, de manera que no le quedara ninguna duda, Gide se sumergió con libertad en aquello que le mostraban los sentidos.

Se podría decir que Descartes fue más radical, al huir también de los sentidos como fuente de conocimiento y aceptar solo aquello «que se presentase tan clara y distintamente a mi espíritu que no hubiese ocasión de ponerlo en duda». Esto lo convirtió ciertamente en un gran matemático, campo en el que hizo avances notables. Pero quiso hacer extensiva la certidumbre matemática al estudio de la naturaleza. Y esta no se dejó atrapar.

Partiendo del convencimiento de que «las cosas que concebimos muy clara y distintamente son todas verdaderas» quiso llegar no a «una verdad», sino a «la verdad». Una única y general verdad. Y para ello desarrolló un método que se iniciaba con la conocida frase «pienso, luego existo».

El neurocientífico Antonio Damasio explicó hace unos años lo que él llamó «el error de Descartes», la separación estricta que establecía este entre la mente —o el alma— y el resto del propio cuerpo y de la naturaleza en general, pues considera Damasio que el pensamiento necesita no solo la mente del ser pensante, ni siquiera solo su cerebro, sino el cuerpo entero, y también el mundo que nos rodea.[269]

Descartes se interesó por la ciencia, practicó algunas de sus ramas e influyó, y mucho, en las ideas posteriores sobre la ciencia, pero no fue un científico. Conceptualmente, la subjetiva y absoluta certeza que buscaba Descartes no pertenece al mundo de la ciencia. Esta

nunca establece verdades indudables ni permanentes, ni mucho menos subjetivas. El valor de la convicción que esgrimía Descartes como garantía está muy alejado de la certeza objetiva que requiere la ciencia. En matemáticas sí hizo contribuciones importantes; junto con Fermat, fue el iniciador de la geometría analítica en Occidente. Se diría que su mente brillante se sentía cómoda con las ciencias abstractas, cuya veracidad se basaba en demostraciones. Se aventuró también en la óptica, en las leyes de la reflexión y refracción, próximas aún a la geometría. Coincidía con Galileo en la intención de interpretar la naturaleza con el lenguaje matemático, pero mientras para Galileo las matemáticas eran una herramienta que podía explicar de forma sintética y precisa algunos fenómenos naturales, Descartes consideraba que eran estos los que se debían ajustar a aquellas.

También como Galileo, Descartes se opuso a los aristotélicos, que campaban a sus anchas en las universidades: «Los tales, no contentos con saber todo lo que su autor [Aristóteles] explica inteligiblemente, quieren además encontrar en él la solución de varias dificultades, de las cuales no habla y en las cuales acaso no pensó nunca».[270] Pero fue más cauto en cuanto al modelo copernicano, al que solo defendió en el ámbito privado. En una carta a su amigo Mersenne decía: «Si el movimiento de la Tierra no es verdad, todos los fundamentos de mi filosofía son falsos también».

En un momento de su vida tuvo la intención de explicar de forma conjunta aquellas informaciones científicas que había ido obteniendo de algunas experiencias propias y sobre todo ajenas acerca de la naturaleza de la luz, los cuerpos celestes, los planetas y cometas, la Tierra y todo lo que existe sobre ella, las mareas, las montañas, los ríos, los metales e incluso los seres vivos, y escribió un tratado con todo ello. Pero justo cuando estaba a punto de sacarlo a la luz, tuvo conocimiento de la condena de Galileo. Pidió entonces y recibió el *Diálogo de los dos máximos sistemas*, e imaginamos que lo leyó con fruición, pero no quiso seguir los pasos del autor y decidió no publicar. Él mismo nos lo cuenta:

> Hace tres años llegué al término del trabajo en el que están todas estas cosas y empezaba a revisarlo para entregarlo a la imprenta, cuando supe que unas personas a quienes profeso deferencia […] habían reprobado una opinión de física, publicada poco antes por otro. No quiero decir que yo fuera de esa opinión, sino solo que nada había notado en ella, antes de verla así censurada, que me pareciese perjudicial ni para la religión ni para el Estado […]. Y esto fue bastante para obligarme a mudar la resolución de publicar aquel tratado.[271]

Pero todo aquel trabajo perdido… Por eso, finalmente, en el propio *Discurso del método*, al llegar a su parte quinta, y cambiando el tono de las precedentes, rescató del frustrado tratado una sola parte, la correspondiente a la anatomía y el funcionamiento del cuerpo humano, concretamente del sistema circulatorio, que a la sazón estaba muy presente gracias al reciente descubrimiento de Harvey.[272] La anatomía del corazón y de los grandes vasos sanguíneos reflejaba su experiencia directa con las disecciones —durante unos años residió en el barrio de los carniceros de Ámsterdam, donde puede que se demorara en observar y disecar los órganos de distintos animales—, pero también incluyó experimentos propios o ajenos que demostraban cómo toda la sangre pasaba por el corazón, así como el sentido de la circulación en cada una de sus partes, aunque erró al atribuir la causa del movimiento de la sangre a la generación de calor en el corazón.

Además del extracto que aparece en el *Discurso del método*, el resto del tratado sobre el hombre —que no publicó, pero que pudo ser rescatado— es un compendio de fisiología humana bastante fiel a los conocimientos más avanzados de su época: el movimiento, la vigilia, el sueño, la vista, el oído, los olores, la llegada de información al cerebro a través de los sentidos, el hambre, la sed, la memoria e incluso la fantasía.

Pero la naturaleza viva era demasiado huidiza, demasiado rebelde, demasiado inesperada, y se resistía a proporcionar la verdad general e inmutable que perseguía. ¿Cómo conciliar el pensamiento abstracto que le lleva a la certeza de la existencia del ser pensante, del alma y de Dios con la experiencia directa del movimiento de las vísceras y de la vida en general, que podría ajustarse a las leyes de la física? Solo había una solución: conferir a ambos, alma y cuerpo,

existencias paralelas. Pero si el alma se quedaba con la inmortalidad y con la inmersión en la divinidad, el cuerpo permanecía tan desprovisto de posibilidades como lo puede estar un mecanismo de relojería, que se mueve a pesar de sí mismo. Quedaba en esta división un terreno de nadie con muchos componentes que había que decidir dónde ubicar: las sensaciones, los sentimientos, la comunicación, la capacidad de adaptación, el aprendizaje. ¿Pertenecían al cuerpo o al alma?

El segundo error de Descartes, en mi opinión, fue atribuir esas cualidades al alma y, por tanto, considerarlas exclusivas de los humanos, ignorando las evidencias de que también el resto de los animales se adaptan al medio, se comunican entre sí, sienten y aprenden.

El ácido Voltaire dice de él:

> Se equivocó sobre la naturaleza del alma, sobre las pruebas de la existencia de Dios, sobre la materia, sobre las leyes del movimiento, sobre la naturaleza de la luz; admitía las ideas innatas, inventó nuevos elementos, creó un mundo, hizo un hombre a su medida, y con razón dicen que el hombre de Descartes no es más que el de Descartes, muy alejado del hombre verdadero. Llevó sus errores metafísicos hasta pretender que dos y dos son cuatro solo porque Dios así lo quiso.[273]

En efecto, Descartes mismo dice en una de sus cartas: «Creo que nunca debemos decir de algo que es imposible para Dios. […] Ni siquiera osaría decir que no puede hacer una montaña sin valle, o que la suma de dos y uno no sea tres, etc. Digo solamente que estas cosas implican una contradicción en mi concepción».[274]

Creo que Descartes no fue un científico, aunque tenga un papel en la historia de la ciencia. Buscaba, a través de abordajes totales, una certeza absoluta, cosa que nunca podría obtener de la ciencia, cuyas preguntas son siempre parciales y cuyas verdades se saben provisionales. No se proponía objetivos científicos, no razonaba como un científico, no utilizaba los sentidos ni la experiencia como herramientas científicas y fuente de conocimiento. Tampoco creía en

una labor colectiva: «Muchas veces sucede que no hay tanta perfección en las obras compuestas de varios trozos y hechas por las manos de muchos maestros como en aquellas que uno solo ha trabajado».[275] Es más, estas características de la ciencia le producen desconfianza: «Las ciencias, [...] habiéndose compuesto y aumentado poco a poco con las opiniones de varias personas diferentes, no son tan próximas a la verdad como los simples razonamientos que un hombre de buen sentido puede hacer, naturalmente, acerca de las cosas que se presentan».[276] Sin embargo, la ciencia lo fascina y tiene gran interés en su utilidad práctica. No la considera una fuente fiable de conocimiento del mundo, sino algo de lo que se puede derivar un beneficio para los humanos, únicos seres dotados de alma y elegidos por Dios como reyes de la naturaleza:

> Pues esas nociones [de la física] me han enseñado que es posible llegar a conocimientos muy útiles para la vida y que [...] es posible encontrar una práctica por medio de la cual, conociendo la fuerza y las acciones del fuego, del agua, del aire, o de los astros [...] podríamos aprovecharlas [...] y de esa suerte hacernos como dueños y poseedores de la naturaleza».[277]

No es el científico sino el filósofo dualista el que, basado en el concepto de una naturaleza desalmada, la pone al servicio del hombre, único ser dotado de alma inmortal y rey de la creación. Aquí sí acepta y ve útil el trabajo colectivo, considerando necesario

> comunicar fielmente al público lo que hubiera encontrado e invitar a los buenos ingenios a que traten de seguir adelante, contribuyendo cada cual según su inclinación y sus fuerzas, a las experiencias que habría que hacer y comunicando asimismo al público todo cuanto averiguara, con el fin de que empezando los últimos por donde hayan terminado sus predecesores, y juntando así las vidas y los trabajos de varios, llegásemos todos juntos mucho más allá de donde puede llegar uno en particular.[278]

Lo que considero el tercer error de Descartes fue que, traspasando los límites de la filosofía que le eran propios, predicó la investigación científica de una naturaleza a la que previamente había desprovisto de su concepto de alma.

Tomando prestada la imagen de Baudelaire, podríamos decir que sus alas de gigante, que le permitieron altos vuelos en el terreno de la filosofía, le impidieron caminar en el más humilde terreno de la ciencia, como les ocurre a los albatros que acompañan a los marineros en alta mar.[279]

9
MAD MADGE CAVENDISH

En los ambientes cultos de la Europa del siglo XVII los filósofos y científicos viajaban, se reunían, hablaban o se escribían cartas con bastante libertad. Aún no se habían formado las academias o sociedades, que establecieron diversos sistemas de control sobre quién podía, y quién no, formar parte de ellas, quién era invitado a dar o a asistir a una conferencia, o qué escritos se publicaban y cuáles se quedaban sin difusión en las revistas que editaban. Ese momento de falta de regulación dejó un resquicio por el que algunas mujeres pudieron introducirse y participar en la vida pública. Lo más frecuente era que lo hicieran en el terreno de la poesía o la literatura, pero en algunos casos también en el de la filosofía o la ciencia.

Margaret iba a por todas. Escribió sobre filosofía, ciencia, poesía, teatro y, para no dejarse nada en el tintero, aquello que no consideraba con cabida en el mundo real que la rodeaba lo plasmó en el mundo de la ficción. De la ciencia ficción, para mayor exactitud, en un libro titulado *El mundo resplandeciente*.[280]

Pero también escribió *Opiniones sobre física y filosofía*, *Cartas filosóficas*, *Observaciones sobre filosofía experimental* o *Fundamentos de filosofía natural*.

Como era propio de muchos intelectuales de su época, se opuso al aristotelismo para la interpretación de los fenómenos naturales, pero también al mecanicismo que se había puesto de moda recientemente. No le gustaba nada el dualismo de Descartes.

Margaret era materialista, algo muy insólito en su época. «La naturaleza es material, o corpórea, al igual que lo son todas las

criaturas, y lo que no es material no es parte de la naturaleza ni pertenece a ella».[281]

Pero la materia, según ella, no era algo inerte sino orgánico, incluso inteligente. Se remonta a Epicuro para decir que «es poco probable que la sustancia de la materia infinita sea un número infinito de elementos pequeños que se mueven al azar y componen todas las criaturas, y que el azar produzca todo cuanto existe con tal orden y método, a menos que cada uno de esos átomos sea animado y como tal tenga movimiento, sentido y razón, vida y conocimiento».[282] Y también: «Todos los cuerpos en la naturaleza son inteligentes y perceptivos»,[283] siendo la mente «la materia más pura, simple y sutil que existe en la naturaleza».[284]

Eso contradecía todos los principios que imperaban en la época, según los cuales la materia pertenecía a un rango inferior, pasivo e inerte, mientras que el alma era la sede de la inteligencia y, para los mecanicistas, incluso de las sensaciones.

«Yo pregunto a aquellos que dicen que el cerebro no tiene sentidos, ni razón, ni movimiento, ni percepción, sino que todo eso procede de un principio inmaterial, de un espíritu incorpóreo, diferente del cuerpo, que es el que mueve y activa la materia corporal, ¿cómo puede estar confinado un espíritu que no tiene dimensiones en un cuerpo material?».[285] Lo mental es un grado de la materia, no una sustancia distinta de ella. El hecho de que la percepción racional sea más pura y sutil que la sensible ha causado «que muchos crean que es inmaterial, como si fuese algún tipo de dios, cuando no es más que un movimiento o percepción figurativo puro, fino y sutil».[286]

Siendo corpórea la mente, decía, podrán encontrarse remedios para las enfermedades que la afectan. Es posible que hubiera leído los razonamientos de Hipócrates sobre la que llamaban en su época la «enfermedad sagrada», la epilepsia, que, a pesar de ser considerada en la antigua Grecia como una enfermedad causada por los dioses, él entendió como una enfermedad del cerebro. «¿No veis cómo la nutrición, la edad o las lesiones en el cerebro afectan el ánimo y las funciones cognitivas de las personas?».

Los átomos animados sobre los que escribió Margaret en 1663 podrían ser los elementos constitutivos del planeta que describió Humboldt en 1850 como «un conjunto natural animado y movido por fuerzas internas»,[287] ideas de las que se nutre a su vez la hipótesis de Gaia, la Tierra como organismo vivo, que propuso Lovelock en 1969.

Todo lo material está dotado de mente, escribía también, aunque es diferente la mente de una piedra de la mente humana, pero eso no significa que una sea superior a la otra. Cada criatura es perfecta en su tipo y ninguna tiene supremacía frente a las demás. No existe jerarquía en el mundo natural.

Aunque pertenecía a una familia con buena posición social, Margaret, la menor de ocho hermanos, no recibió educación reglada, excepto la propia de las mujeres de la época: lectura, escritura, canto y danza, pero aprovechó las bibliotecas que estaban a su alcance y la disposición a enseñarle de uno de sus hermanos, erudito en lenguas y filosofía, y uno de los futuros fundadores de la Royal Society.

Margaret se buscó la vida desde muy joven. Salió de su casa de una de las maneras posibles: hacerse camarera de la reina. Tras ser derrotada la monarquía en Inglaterra en 1644, la reina, de origen francés, optó por refugiarse en la corte de Luis XIV, y Margaret, naturalmente, la acompañó. Allí conoció al que enseguida sería su marido, sir William Cavendish, marqués de Newcastle, cuando ella tenía veintidós años y él cincuenta y tres. El matrimonio vivió aquellos tres años de exilio entre París y Amberes. Sir William, un hombre culto con aficiones científicas que poseía telescopios, aparatos de alquimia y otros instrumentos, actuó en estas ciudades como una especie de mecenas, organizando reuniones con filósofos y hombres de ciencia, en lo que se conoció como el Círculo de Newcastle.

Margaret Cavendish (antes Margaret Lucas) era intrépida, inesperada, curiosa, y en aquellos encuentros conoció, directa o

indirectamente, a varios intelectuales como Hobbes, Mersenne, Gassendi y puede que a Descartes, y allí escuchó —posiblemente no se dignaban a hablar con ella— conversaciones sobre los temas candentes del momento.

A su regreso a Inglaterra, comenzó un periodo de estudio sistemático de la filosofía natural contemporánea, ayudada por su esposo y su cuñado, un cualificado matemático, con la idea de dar a conocer más adelante sus propias conclusiones.

Margaret quería escribir y publicar, y comenzó por lo que escribían las mujeres: poesía. Pero en lugar de hacerlo de forma anónima, como era habitual entre las poetas, o de utilizar un pseudónimo, firmó con su propio nombre. «¿Cómo es posible que el marido se lo consienta?», decían muchos dentro y fuera de los círculos aristocráticos. Pero eso solo fue el principio. Pronto se atrevió con lo que parecía su interés principal: la interpretación del mundo y de la naturaleza. Estudió las ideas vigentes sobre dióptrica, hidrostática, magnetismo; leyó textos de Hobbes, Descartes, Galileo, Harvey; examinó el trabajo experimental de Boyle y Hooke. A los autores antiguos solo los pudo conocer indirectamente, pues no sabía latín ni griego.

Cuando se sintió más segura de sí misma, decidió criticar algunas de las ideas que habían expresado sus contertulios europeos y que, cuando las oyó por primera vez, no fue capaz de rebatir. Lo hizo en forma de cartas a una mujer ficticia, y las publicó casi veinte años después de aquellas reuniones bajo el título *Cartas filosóficas, modestas reflexiones sobre ciertas opiniones de filosofía natural sostenidas por algunos autores famosos y muy leídos de nuestra época*.

A partir de entonces escribió varios tratados de filosofía natural y experimental en los que expuso los fundamentos de su sistema de la naturaleza. En cuanto a la metodología, pensaba que la ciencia debía basarse sobre todo en observaciones y quizá en algunos experimentos muy selectivos, pues difícilmente podían reproducir lo que sucede en el mundo natural. Tampoco era partidaria del uso de instrumentos como el telescopio o el microscopio, pues creía que alteraban la realidad y distorsionaban el conocimiento.

En su novela de ciencia ficción,[288] dice: «La naturaleza os ha dotado con unos sentidos y un raciocinio más precisos que los que la técnica ha dado a vuestras lentes; pues estas no son sino embusteras que jamás os llevarán a conocer la verdad [...]. Mejor podréis observar el movimiento de los cuerpos celestes con vuestros ojos naturales que con lentes artificiales».[289]

Sobre su propia obra decía que, al ser nueva su filosofía y solo dada a conocer recientemente, era posible que pasara desapercibida, pero que, si Dios lo permitía, quizá sería reconocida y comprendida en tiempos venideros.[290] No obstante, a los cuarenta y cuatro años, cuando ya había publicado la mayor parte de sus libros, la Royal Society la invitó a participar en una de sus sesiones científicas, un hecho bastante insólito al tratarse de una mujer y que implicaba un cierto reconocimiento a su trayectoria.

Samuel Pepys, que escribió un diario privado en la década de 1660,[291] la época en que publicaba Margaret, decía de ella que estaba loca, que era engreída y ridícula. Otros contemporáneos se referían a ella como Mad Madge (la Loca Marga).[292] También afirmaban que sus libros eran diez veces más extravagantes que su ropa. Y, naturalmente, la criticaban por publicar tantos. Pero ella contestaba: «Puesto que todas las acciones heroicas, los empleos públicos, tanto civiles como militares, los alegatos elocuentes, están negados para mi sexo actualmente, se me debe dispensar el que haya decidido escribir tanto».[293]

A partir de los años setenta del siglo XX se empezó a interpretar como negligencia hacia las mujeres el olvido en que había caído Margaret Cavendish, así como algunas de las opiniones vertidas sobre ella.[294] En las décadas sucesivas distintos autores han reivindicado la originalidad de su visión orgánica de la materia o su materialismo animista, tan opuesto a la concepción de Descartes, [295] así como su idea de que las partes de ese organismo continuo que es la vida planetaria no son autosuficientes, sino que su existencia y propiedades dependen de su relación con el resto y con la totalidad de la naturaleza. Una verdadera precursora de la ecología.

10

OLD MASTER OF THE UNIVERSE

Por qué la manzana es la fruta mitológica por excelencia, no lo sabemos, pero lo cierto es que aparece con mucha frecuencia en todo tipo de relatos: la de Adán y Eva, que llevó a la pérdida del paraíso; la que lanzó Eris al suelo en medio de una boda, que fue causa indirecta de la guerra de Troya; las que rescató Heracles en el jardín de las Hespérides; la que atravesó con su flecha Guillermo Tell a escasos centímetros de la cabeza de su hijo, y la que, con su oportuna caída, iluminó la mente de Newton e hizo surgir la teoría de la gravitación universal.

En este último caso, el mito impregnó la ciencia, pero no resulta difícil rastrear el origen de semejante oxímoron. Es histórico que, durante el curso 1665-1666, una gran epidemia de peste obligó a cerrar la Universidad de Cambridge, en cuyo Trinity College estudiaba a la sazón un joven Isaac Newton que, como el resto de compañeros, se vio obligado a marcharse a su casa, en el campo, por largo tiempo. Fue Voltaire quien en sus *Cartas filosóficas*, publicadas poco después de la muerte de Newton, hizo referencia a dicho periodo y, diciendo recoger una historia que le contó la sobrina del científico, la adornó para hacerla atractiva y escribió: «Un día, cuando paseaba por el jardín y veía caer la fruta de un árbol, se dejó llevar por una meditación profunda sobre la fuerza de la gravedad, de la que todos los filósofos han buscado en vano la causa durante tanto tiempo, y de la cual el vulgo ni siquiera ha sospechado su misterio».[296] A partir de ahí elaboró un soliloquio en el que Newton hacía derivar de la fruta caída toda la teoría de la atracción entre los cuerpos celestes. Veinte años más tarde se publicó una biografía de Newton que especificaba la naturaleza de la fruta caída.

[297] Lo que parece cierto de todo esto es que aquel periodo alejado de las aulas fue enormemente fructífero para la creatividad del joven genio, lo que debería servir como objeto de reflexión para fomentar la humildad en muchos académicos.

Newton ha pasado a la historia como uno de los científicos que más influencia ha tenido en la evolución del conocimiento occidental. Su teoría de la gravitación universal, recogida en sus *Principios matemáticos de la filosofía natural*, que daba cuenta del movimiento de los planetas del sistema solar de acuerdo con las leyes de Kepler, [298] fue suficiente durante más de dos siglos para explicar y predecir también otros numerosos fenómenos, desde la trayectoria de un cometa hasta el desplazamiento de un proyectil o de cualquier objeto volador. Pero no solo se ocupó de la gravitación, también abordó otros problemas, algunos de los cuales pudo resolver. Descubrió, a la vez que Leibniz, los principios del cálculo diferencial y elaboró teorías sobre las mareas, la óptica o la naturaleza de la luz, entre otros temas.

Si bien la teoría de la gravitación universal predecía con gran exactitud los fenómenos observables en su época, lo que debería dejar bastante satisfecho a su autor, este era incapaz de comprender cómo un cuerpo podía actuar a distancia sobre otro con el que no establecía ningún contacto. Así lo confesaba en una carta a Bentley: [299]

> No puedo concebir que la materia inanimada, sin la mediación de algo más, algo no material, opere sobre y afecte a otra materia sin que exista contacto entre ambas […]. Esta es una razón por la que no quiero que se me adscriba la gravedad innata. Que la gravedad sea innata, inherente y esencial a la materia, de manera que un cuerpo pueda actuar sobre otro a distancia y a través del vacío, sin mediación de nada más a través de cuya acción y fuerza se transmita de uno a otro, es algo que me parece enormemente absurdo.

Y en otra a Boyle[300] dice: «Lo cierto es que mis nociones sobre este tipo de cosas no me dejan satisfecho y por eso soy reacio a comunicarlas a otros, especialmente en temas de filosofía natural, donde se puede fantasear sin límite […]. Supongo que existe una sustancia etérea que se difunde por todas partes, capaz de

contraerse y dilatarse, muy elástica, bastante parecida al aire, pero más sutil». Un poco más adelante, se atrevió a aventurar que

> hay un cierto espíritu sutil que penetra todos los cuerpos, por cuya fuerza y acción las partículas de los cuerpos se atraen unas a otras en distancias cortas y se cohesionan si están contiguas; y los cuerpos eléctricos[301] operan a mayores distancias, ya sea atrayendo o repeliendo los corpúsculos vecinos; y la luz se emite, se refleja, se refracta […], y los sentidos se excitan y los miembros de los cuerpos de los animales se mueven a voluntad por las vibraciones de ese espíritu, propagadas a lo largo de los nervios, desde los órganos de los sentidos hasta el cerebro y desde él hasta los músculos.[302]

Sin embargo, reconocía que no disponía de experimentos suficientes para definir las leyes por las cuales este espíritu eléctrico y elástico operaba.

En los *Principios*, Newton indica algunas reglas básicas que debe seguir la ciencia, entonces conocida como filosofía natural.[303] La primera de ellas es una versión algo más elaborada de la máxima metodológica atribuida a Guillermo de Ockham, popularmente conocida como «la navaja de Ockham», según la cual, en igualdad de condiciones, la explicación más simple de un fenómeno suele ser la correcta. Newton la expresa diciendo: «No debemos admitir para los fenómenos naturales más causas que aquellas que son verdaderas y suficientes para explicarlos. Pues la naturaleza nada hace en vano y gusta de la sencillez». Defiende la experimentación como única herramienta de conocimiento: «Conocemos las cualidades de los cuerpos solo mediante experimentos […] a cuyas evidencias no debemos renunciar por perseguir sueños o vanas ficciones». También: «El método correcto para indagar las propiedades de las cosas es deducirlas de los experimentos […]. Lo que hay que examinar es si los experimentos propuestos prueban toda la teoría a la cual se aplican o si hay que proseguir con otros que la teoría sugiera». Y considera que las verdades científicas son provisionales: «En filosofía experimental debemos considerar como proposiciones verdaderas, o muy próximas a la verdad, las inferidas

por inducción a partir de los fenómenos, prescindiendo de cualquier hipótesis contraria imaginable, hasta que aparezcan otros fenómenos que las hagan más precisas o sujetas a excepciones».

Newton tuvo una difícil integración en el mundo científico organizado que daba sus primeros pasos a través de las sociedades científicas y las revistas que publicaban —*Philosophical Transactions* en Inglaterra y *Journal des Savants* en Francia—, formalizando un nuevo concepto de ciencia como actividad colaborativa… o competitiva, pero en un ring común. El artículo era una forma de comunicación inmediata de unos resultados experimentales o de una interpretación preliminar de experimentos propios o ajenos. Una vez que se publicaban, los resultados pasaban a ser de dominio público, al uso de cualquiera que lo deseara. Las cartas entre científicos se solían intercambiar a través de las revistas, o a veces en privado, actuando como mediador alguno de los editores. En una de estas cartas Newton especifica que, puesto que la disputa establecida no era sobre ningún razonamiento, sino porque su corresponsal dudaba de la veracidad del resultado de un experimento, no cabía discusión posible, y que, sospechando que su interlocutor no había intentado reproducirlo, lo anima a hacerlo o, si ya lo había hecho, a repetirlo.

En general, a Isaac Newton no le fue fácil la comunicación científica. Con Robert Hooke, con quien colaboró al principio, tuvo serias disputas sobre óptica y gravitación, así como con Leibniz sobre la primacía en sus hallazgos matemáticos. Tardó veintidós años en publicar sus *Principios* y, cuando lo hizo, no los presentó de forma sencilla, resultando arduos de leer e interpretar incluso para el presidente de la Royal Society, según se deduce de su correspondencia. Afortunadamente, el matemático Leonhard Euler, que tenía veinte años cuando murió Newton, contribuyó mucho a hacer accesible su trabajo, organizando los cálculos y las formulaciones matemáticas en el formato en el que hoy se utilizan. [304] Por su parte, la matemática y física Émilie du Châtelet (antes Émilie Le Tonnelier de Breteuil) tradujo del latín al francés los

Principios, añadiendo explicaciones y comentarios que facilitaban la comprensión.[305]

Con el paso del tiempo, se observó que en la fórmula que sintetizaba la teoría de la gravedad había un estrecho resquicio, pues la trayectoria real de Mercurio sufría una pequeñísima desviación respecto a lo calculado al aplicarla. Y fue por ese resquicio por el que se coló, dos siglos más tarde, la mente fluida de Einstein, quien, considerando la gravedad ya no como una fuerza de atracción sino como un efecto de la curvatura del espacio-tiempo, al elaborar su teoría de la relatividad no solo daba cuenta del mínimo error de Newton, sino que explicaba los nuevos fenómenos observados fuera del sistema solar, en un universo de dimensiones y niveles de gravitación considerablemente mayores que los que se podían concebir a finales del siglo XVII.[306] La fórmula de Newton dejó de ser universal, pero mantuvo su validez dentro de los rangos de distancias y fuerzas gravitacionales con los que contaba cuando se creó, es decir, pasó de la universalidad a los límites del «mesomundo».[307]

Pero Isaac Newton no era un hombre de una sola pieza.

Varios de sus escritos sobre física llevan el sello de sus preocupaciones teológicas, incluidos los *Principios matemáticos de la filosofía natural*, que terminan con un capítulo dedicado a Dios. En el escolio, Newton escribe:

> Este elegantísimo sistema del sol, los planetas y los cometas solo puede originarse en el consejo y dominio de un ente inteligente y poderoso […]. Este rige todas las cosas, no como alma del mundo, sino como dueño de los universos. Y debido a esa dominación, suele llamársele señor dios, pantocrator, o amo universal […]. Toda esa diversidad de cosas naturales, que hallamos adecuadas a tiempos y lugares diferentes, solo puede surgir de las ideas y la voluntad de un ente que existe por necesidad.

El químico Robert Boyle, algo mayor que Newton, dejó a su muerte una suma de dinero para que fuera empleada en la lucha contra el ateísmo. El clérigo Bentley, director del Trinity College de Cambridge, al que había pertenecido Newton, organizó entonces unas «Lecciones Boyle» para llevar a cabo el encargo. En busca de un contenido adecuado para sustentar sus conferencias, acudió a los *Principios* de Newton, de los que seguramente había leído solo el escolio final. Como el texto era casi ininteligible, Bentley preguntó a un matemático cómo debía prepararse para comprenderlo, y este le trajo tal cantidad de libros que desistió y acabó llamando directamente a Newton. Este, en una serie de cartas, trató de explicarle algunos experimentos y de aclararle las dudas que le iban surgiendo. Finalmente, Bentley escribió sus sermones, que predicó en varias iglesias británicas, entre ellas St. Martin in the Fields, en Londres, bajo el título «Refutación del ateísmo basada en el sistema del mundo». En algunas de las cartas preparatorias, Newton escribió a Bentley: «Sobre por qué existe un cuerpo en nuestro sistema capaz de dar luz y calor al resto, no conozco otra razón más que porque el autor del sistema lo creyó conveniente»; «El marco del sistema solo se puede atribuir a un agente inteligente […]. La rotación diurna de los planetas no es consecuencia de la gravedad, sino que requiere una mano divina que se la imprima». La ciencia sustituyó en aquellos sermones al discurso teológico o a la inspiración bíblica en la lucha contra el ateísmo.

Newton también escribió abundantemente sobre temas religiosos no relacionados con la ciencia. Como protestante, estuvo interesado en la interpretación de la Biblia y se pensaba elegido por Dios para revelar la verdad sobre cómo habían de ser interpretadas las profecías. Consideró que algunas se referían a la caída de la Iglesia católica o a lo que ocurriría tras la segunda venida de Jesús al mundo. *Observations upon the Prophecies of Daniel, and the Apocalypse of St. John* es uno de sus estudios de este tipo. Aun así, no era un fiel al uso, sino que en su religión era herético, pues rechazaba el dogma cristiano de la Trinidad, a pesar de haber pertenecido durante años al Trinity College de Cambridge.

En 1936 se armó cierto revuelo en Londres porque hubo noticias de que Sotheby's sacaba a subasta una serie de manuscritos inéditos de Newton. El conocido economista John Maynard Keynes, estudioso del personaje desde hacía años, consiguió adquirirlos. Entre ellos había cientos de páginas con transcripciones de maestros alquimistas antiguos y con anotaciones del propio Newton, así como con sus observaciones y experiencias sobre alquimia realizadas, al parecer, en un pequeño cobertizo en el jardín trasero de su casa, todo ello en la jerga simbólica, hermética y enigmática propia de una disciplina en aquel momento prohibida y que ya entonces se consideraba perteneciente a otra época. Se mezclaban en dichos papeles el conocimiento artesanal con las especulaciones filosóficas, entreveradas de alegorías y juegos de palabras.

Estos escritos, que lo acreditan como «el alquimista más completo y erudito de su época» según uno de sus biógrafos, o como «no el primer racionalista, sino el último de los magos» en opinión de Keynes, se encuentran depositados en la Royal Society de Londres, de la que Newton fue presidente durante cierto tiempo.

Algunos autores reivindican —no sabemos si para rehabilitar a Newton o el pensamiento mágico— la alquimia como precursora de la química. Y es verdad que los alquimistas descubrieron propiedades de algunos elementos y de sus combinaciones que fueron transferidos a la química. No obstante, el hermetismo, la simbología, los conceptos cabalísticos, el ocultismo, etc., hacen que la alquimia no se pueda considerar parte de la ciencia. De hecho, Newton separó radicalmente su actividad como alquimista de la que llevaba a cabo como científico, hasta el punto de mantener oculta la primera tras el pseudónimo Jeova Sanctus Unus,[308] con el que firmaba sus escritos secretos. Cuando los miembros de la Royal Society descubrieron, ya en el siglo XIX, que algunos de los escritos publicados bajo este pseudónimo eran en realidad de Newton, lo ocultaron, posiblemente para no alterar la visión que se tenía de él como racionalista.

Isaac Newton fue un hombre solitario. Tuvo una infancia difícil. Desterrado por su padrastro del hogar familiar y criado por sus abuelos, su madre pretendió que al terminar la escuela se ocupara de sus propiedades en el campo, e hicieron falta influencias externas para que se le permitiera acudir a la universidad. Voltaire dice de él: «A lo largo de una vida tan larga no tuvo ni pasión ni debilidad; nunca se acercó a ninguna mujer: esto me ha sido confirmado por el médico y el cirujano en cuyos brazos murió».[309] Según algunos de sus biógrafos, ya cerca de la cincuentena tuvo una relación sentimental con el también científico suizo Nicolas Fatio de Duillier. Coincidiendo con el final de dicha relación, Newton experimentó una crisis vital que lo alejó de la actividad científica que lo había ocupado en los últimos treinta años, para pasar los treinta siguientes como director de la Casa de la Moneda inglesa y autor de textos administrativos y religiosos. Sus colegas académicos corrieron la voz de que la crisis de Newton se debió a un envenenamiento por el mercurio que utilizaba en sus experimentos, pero quizá era un encubrimiento para soslayar el gran tabú que representaba en la época la homosexualidad.

Científico notabilísimo, alquimista encubierto, religioso herético, administrador celoso, colega conflictivo y homosexual reprimido, Isaac Newton fue, sin ninguna duda, una caja de sorpresas.

11
LA NUEVA NATURALEZA

Hacía tiempo que no se veía ajetreo tal en el puerto de La Coruña. Era el mes de junio de 1799 y una fragata que hacía la ruta de Indias estaba preparándose para partir. Pero lo que despertaba la curiosidad especialmente ese día era una pareja de hombres rubios, muy bien vestidos y con pinta de extranjeros que vigilaban con gran interés cómo se cargaban una serie de baúles y de cajas en los que debían de llevar objetos muy valiosos y delicados.

—¡Son muy guapos! —decía una adolescente que vendía golosinas en un canasto.

—¡Y deben de ser muy ricos! —le contestaba su compañero, que llevaba varios pajarillos en una jaula.

Alexander von Humboldt y su compañero, Aimé Bonpland, emprendían un viaje que duraría cinco años. Las numerosas cajas de madera estaban forradas de terciopelo y contenían instrumentos de precisión que habían sido cuidadosamente elegidos, o incluso mandados a fabricar, en distintos lugares de Europa y con los que pretendían medir los fenómenos naturales en un territorio aún virgen y salvaje, muy diferente del domesticado paisaje europeo. Los baúles estaban llenos de frascos vacíos para recoger muestras, papeles para secar plantas, instrumental, herramientas, etc.

No había resultado fácil para Alexander llegar a esa situación. Había sido lo que hoy llamaríamos un niño hiperactivo. Prestando atención a muchas cosas al mismo tiempo, hablando mucho y muy rápido, tuvo un difícil encaje en los colegios a los que lo llevaba su madre —su padre había muerto muy pronto—, cuyo objetivo era hacer de sus

dos hijos altos funcionarios del Estado prusiano. Pero Alexander no se parecía a su hermano mayor, Wilhelm, que sí cumplió las expectativas maternas. Lo único que ansiaba era salir de su casa, de su ciudad, de Prusia, y conocer mundo, pero no le dejaban hacerlo. Con veintidós años, y a instancias de su madre, comenzó a trabajar como inspector de minas, pero al tiempo que inspeccionaba adquiría conocimientos de mineralogía y geología, o inventaba artilugios para mejorar las condiciones de trabajo de los mineros. Sin embargo, todo aquello lo deprimía y sufría con frecuencia fiebres y trastornos nerviosos.

Alexander estaba convencido de que la materia no era inerte como decían los cartesianos, que aún tenían adeptos en los círculos de la filosofía natural. Y no estaba de acuerdo en que su estudio pudiera dividirse en disciplinas independientes, como estaba ocurriendo en ese momento. Por eso acudía a textos de botánica, geología, zoología, etc., con la idea de buscar sus interconexiones, o al menos de ser capaz de detectarlas cuando pudiera enfrentarse al estudio directo de la naturaleza. Quería observar y experimentar, pero para ello necesitaba viajar a lugares en los que las condiciones naturales fueran diferentes a las de la ordenada Prusia, en los que se pudiera encontrar con nuevos paisajes y con criaturas desconocidas y estudiarlas no a través de los libros, sino directamente.

No fue hasta que su madre murió y recibió una cuantiosa herencia cuando pudo hacer lo que siempre había deseado: irse lejos de Prusia, incluso de Europa, y estudiar la naturaleza no a través de grabados y láminas, ni mediante las curiosidades de los coleccionistas, sino en los grandes espacios naturales, de forma directa. Tenía treinta años.

Me gusta encontrar paralelismos entre científicos que no tienen en común época ni país, cuyo único vínculo es el de su dedicación a la ciencia en cualquiera de sus ramas. Y precisamente uno de los que más me han llamado la atención es el que relaciona a Humboldt con Demócrito. Investigadores curiosos de la naturaleza, procedían

ambos de familias con propiedades y recursos que heredaron siendo jóvenes. Uno y otro decidieron emplear su fortuna en emprender un largo viaje de exploración y aprendizaje por tierras muy lejanas. Los viajes duraron años, tantos como les permitieron sus recursos. Y, al regresar, vivieron el resto de sus vidas con sencillez y con la ayuda de un hermano que —probablemente más asentado en la realidad socioeconómica de la familia— siempre estuvo pendiente de ellos. Buscando y rebuscando en libros y páginas web si alguien se había ocupado de estas coincidencias, me alegró descubrir una cita —solo una cita— de Nietzsche que decía: «Demócrito, ese Humboldt del mundo antiguo».[310] Es probable que Nietzsche no se refiriera a las circunstancias personales de uno y otro, sino quizá a la renovación que ambos supusieron en su momento de la idea de la naturaleza, o a la tendencia a explicar fenómenos en apariencia distintos por causas comunes o interrelacionadas, o a la investigación infatigable de las causas o a su pulsión de saber y al gozo del desvelamiento.[311] En cualquier caso, son muchas coincidencias con veintitrés siglos de por medio.

La preparación del viaje le llevó todo un año en el que acudió a varios países europeos para documentarse en distintas disciplinas —botánica, geología, química, astronomía, magnetismo— con la intención de «comprender el mundo de los fenómenos y de las formas físicas en su conexión y mutua influencia», así como para comprar o encargar instrumentos de medida, pues quería determinar latitudes, longitudes, altitudes, temperaturas, todo lo que fuera medible, analizable, comprobable. Para ello se hizo con barómetros, termómetros, microscopios, telescopios, básculas, brújulas, etc., que iba acumulando aun antes de saber cuál sería su destino. En ese tiempo también encontró un compañero de viaje: el botánico francés Aimé Bonpland.

El estudio de plantas y animales que emprendían los naturalistas en aquel momento seguía criterios taxonómicos. Se trataba de clasificar las muestras según familias y de descubrir las especies que rellenaran los huecos existentes. Nada más lejos de la idea que

acompañaba a esta expedición, que por el contrario trataba de estudiar los conjuntos que coexisten y las relaciones que se establecen entre sus componentes. O, como decía Humboldt —que no en vano estuvo estrechamente relacionado con los jóvenes poetas y filósofos románticos alemanes—,[312] de descubrir cómo «todas las fuerzas de la naturaleza están enlazadas y entretejidas».

Ya antes de salir tenía claro su propósito: «Si se estudian los fenómenos físicos no en función de las necesidades materiales de la vida, sino buscando el progreso intelectual de la humanidad, se llega al resultado más elevado de la investigación, el conocimiento de las conexiones entre las fuerzas de la naturaleza, la convicción íntima de su dependencia mutua».[313]

La mayor parte del mundo inexplorado se encontraba colonizado por europeos y, para visitarlo, era necesario contar con el permiso de la metrópolis correspondiente. Tras varias gestiones fallidas, llegó a España para solicitar a Carlos IV la autorización y documentación necesarias para viajar a las colonias españolas en Sudamérica. Durante los seis meses que duró la gestión, Alexander llevó a cabo en España un ensayo de lo que pretendía hacer en América. Recorrió el país y visitó distintas regiones, probando sus instrumentos y haciendo mediciones. Entre otras cosas, elaboró los perfiles topográficos de los Pirineos a Motril y de Valencia a La Coruña.[314] Finalmente, obtuvo los permisos necesarios y varias cartas de recomendación, a cambio de lo cual quedaba obligado a enviar muestras de flora y fauna para el gabinete del rey y el jardín real.

Una vez en América había que adaptarse al territorio a explorar. Unas veces avanzaban con todo el cargamento en caballos, carros o mulas, pero otras era necesario navegar en pequeñas canoas y, en esos casos, la selección del material a acarrear tenía que ser cuidadosa. Y cuando entraban en terrenos desconocidos había que contar con objetos que pudieran ser intercambiados por comida o por la asistencia de un guía, porque el dinero allí perdía su significado.

De aquella larga expedición se podrían destacar dos momentos que pueden representar dos visiones innovadoras para la ciencia.

El primero tuvo lugar en el valle de Aragua —en la actual Venezuela—, donde se encuentra el lago Valencia, nombre que le dieron los españoles, o Tacarigua, como lo llamaban los nativos. Los habitantes de la zona se quejaban de que el nivel del lago estaba bajando y lo atribuían a un río subterráneo desde el cual el agua del lago se vertería al mar. De hecho, parte de las tierras cultivadas alrededor del lago habían estado anteriormente cubiertas por las aguas, decían. Humboldt observó, comprobó, midió y preguntó. Encontró arena fina en la parte superior de varias islas que se elevaban en el centro del lago, lo que indicaba que, efectivamente, antes habían estado sumergidas. Se informó de que en las proximidades habían talado bosques para cultivar las tierras y de que estas se regaban con el agua del lago. La pérdida de los árboles y del sotobosque había hecho que los suelos no retuvieran agua y que no estuvieran protegidos del sol, lo que aumentaba la evaporación. Comenzaba una nueva comprensión de los efectos de la deforestación. Humboldt escribe por primera vez algo que se ha repetido miles de veces desde entonces:

> Cuando los bosques se destruyen como han hecho los cultivadores europeos en toda América […] los manantiales se secan por completo o se vuelven menos abundantes. Los lechos de los ríos, que permanecen secos durante parte del año, se convierten en torrentes cada vez que caen fuertes lluvias en las cumbres. La hierba y el musgo desaparecen de las laderas de las montañas con la maleza, y entonces el agua de lluvia no encuentra ya ningún obstáculo en su camino, y en vez de aumentar poco a poco el nivel de los ríos mediante filtraciones graduales, durante las lluvias abundantes forma surcos en las laderas, arrastra la tierra suelta y forma esas inundaciones repentinas que destruyen el país.[315]

Uno de los puntos fuertes de la expedición era la subida a las montañas. El instrumento rey en estos casos era el barómetro, pues la altitud se deducía de la presión atmosférica. Se trataba de un largo tubo de vidrio que contenía mercurio unido a una tabla estrecha de madera que, al tiempo que lo protegía, mostraba una

escala con los valores de presión correspondientes. Transportarlo a lomos de mulas ya era delicado, y aún más subirlo mientras se escalaba, tarea que corría a cargo del criado José de la Cruz. Decía Humboldt que había gastado sesenta veces más en proteger el barómetro que en adquirirlo.[316]

El ascenso al volcán Chimborazo —aunque tuvieron que quedarse a unos trescientos metros de la cumbre a causa de una grieta insalvable— fue uno de los momentos más productivos del viaje, y puede simbolizar la segunda idea innovadora antes mencionada. Parece que fue allí, o al menos así lo cuenta Humboldt, donde tuvo la visión de que la naturaleza formaba un conjunto, una especie de puzle cuyas piezas encajaron al mirar desde el Chimborazo. Pero no fue una iluminación súbita. Humboldt llevaba mucho tiempo midiendo alturas y temperaturas, recogiendo muestras y dibujando cada planta que encontraba en los distintos niveles, así como reflexionando sobre la relación que existía entre los seres vivos y el lugar en el que se encontraban. Se había dado cuenta de que la vegetación dependía no solo de la latitud, sino también de la altitud, así como de la masa continental que tenía a su alrededor. Y utilizando como paradigma el Chimborazo por ser el más espectacular, esbozó uno de los muchos dibujos que lo hicieron famoso, en los que se veían secciones transversales de montañas y, dibujados minuciosamente o a veces solo escritos sus nombres, las plantas y otros seres vivos encontrados en cada nivel. *Naturgemälde*, o pintura de la naturaleza, llamó en este caso al dibujo de sesenta por noventa centímetros que hizo del volcán, en el que aparecen desde las palmeras tropicales de la base hasta los líquenes que bordeaban la línea de nieve, pasando por los robledales y helechos propios de los climas templados en las zonas intermedias, con columnas escritas a ambos lados con numerosos detalles. La idea taxonómica de la naturaleza había sido sustituida para siempre por la de un conjunto vivo e interconectado. «Allí —escribe— los climas, como las zonas vegetales cuya sucesión determinan, se encuentran superpuestos por pisos, y las leyes de decrecimiento del calor, fáciles de recoger por el observador inteligente, están escritas en caracteres indelebles sobre los muros de las rocas».[317]

Disfruta de la naturaleza, pero lo hace aún más si la interpreta: «En el contacto con el mundo exterior, al lado del encanto que esparce la simple contemplación de la naturaleza, se coloca el goce que nace del conocimiento de las leyes y del encadenamiento mutuo de aquellos fenómenos».[318] Y entiende la ciencia como un camino inagotable en el que el asombro, como decía Aristóteles, desempeña un papel fundamental:

> Cierto que en medio de esta fluctuación universal de fuerzas y de vida, en esta red intrincada de organismos que se desarrollan y destruyen sucesivamente, cada paso que se da hacia el conocimiento más íntimo de la naturaleza conduce a la entrada de nuevos laberintos; pero esta intuición vaga de tantos misterios por descubrir, estimulando en nosotros el ejercicio del pensamiento, nos causa, en todos los grados del saber, un asombro mezclado de alegría.[319]

Al regreso de la expedición ya era famoso en Europa. Había escrito cartas sin cesar informando de sus aventuras y hallazgos, había enviado muestras a distintos países y personas porque no sabía si regresaría con vida y no tenía intención de que su legado se perdiera. Llegó con baúles y baúles llenos de especímenes —se calcula que trajo unas seis mil especies de plantas, de las cuales dos mil eran desconocidas en las academias, y que repartió entre los científicos europeos—, cientos de dibujos y de cuadernos. En París lo recibieron como a un héroe.

Alexander seguía dando vueltas a nuevos proyectos de viajes, pero su hermano le hizo ver que había gastado más de la mitad de su fortuna en cuatro años. Y aún quería publicar sus libros, lo que significaba contratar a dibujantes, cartógrafos, grabadores, etc., durante algunos años más. El rey de Prusia, deseoso de tener un científico famoso como adorno de su corte, lo llamó entonces a Berlín a cambio de una moderada pensión anual. Humboldt aceptó, pero no se lo contó a mucha gente y, en cuanto las guerras napoleónicas concedían una tregua, se marchaba largas temporadas a París con el pretexto de la publicación de sus libros. Entre las estancias en París y los costes de publicación, agotó el resto de la herencia. Un antiguo amigo de la familia le cedió una casa sencilla

en las afueras de la ciudad donde podía escribir sin gastar mucho dinero. Allí se hizo construir un cobertizo todo de madera y sin ningún componente de metal, ni siquiera los clavos, para poder experimentar con fenómenos magnéticos.

Mantuvo una gran red de corresponsales con los que intercambiaba información sobre diferentes disciplinas científicas. Darwin, a la sazón en el Beagle, hizo que le enviaran uno de sus libros a Montevideo, para recogerlo al pasar por aquella ciudad. Pero sus escritos inspiraron también a otros autores, como Goethe, Thoreau o Julio Verne, que incorporó sus obras a la biblioteca del Nautilus.

Humboldt era un ilustrado y, como tal, vivió intensamente los fenómenos sociopolíticos de su tiempo. Asistió con esperanza, aunque desde la distancia, a la lucha por la independencia de Estados Unidos, así como a la Revolución francesa, ambas representantes de cambios en el orden de valores vigente con los que se sentía identificado. Enemigo activo de la esclavitud, criticó sin reparos la actitud de los españoles en su libro *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*. Más tarde, y durante varios años, intentó hacer otro viaje, esta vez a la India, para lo cual necesitaba el permiso de la Compañía de las Indias Orientales británica, que era la que controlaba todo aquel territorio no solo en lo económico, sino incluso con un ejército propio. Los ingleses, que conocían bien a Humboldt y no querían que inspeccionara sus posesiones ni los métodos que utilizaban con los nativos, jamás le dieron la autorización.

Frustrado el nuevo intento de viaje y agotados sus recursos, no tuvo más remedio que ejercer de cortesano en Berlín. Convertido en una figura enormemente popular, organizaba conferencias abiertas a todo tipo de público y por las que no cobraba nada, a diferencia de lo que solía ocurrir con otros científicos o literatos de la época. En esas condiciones, las personas que acudían lo hacían por genuino interés y, lógicamente, la mitad de los asistentes eran mujeres, que tenían vetado el acceso a universidades y sociedades científicas.

Humboldt continuó escribiendo. Comenzó entonces la que pretendía ser su obra cumbre: un compendio de todas las ciencias

en cinco volúmenes que llamó *Cosmos*. Pero tenía que seguir a la corte, que se desplazaba de palacio en palacio. De nuevo viajaba con una caravana de cajas en las que llevaba el material necesario para la escritura. Ya no eran mulas sino carruajes, no eran caminos de montaña sino los del reino, y no eran indios o mestizos los criados que lo ayudaban, sino alemanes.

Finalmente, cumplidos ya los sesenta años, obtuvo financiación de Rusia para hacer una exploración por el norte de Asia. Allí llevó a cabo nuevos estudios sobre el clima, sobre el efecto de los bosques y el impacto de su desaparición. Al regresar a San Petersburgo devolvió un tercio del dinero que le habían dado para gastos, pidiendo que con él financiaran a otro explorador.

A su regreso consiguió establecer una red de colaboración entre países para obtener datos de todo el mundo sobre los fenómenos magnéticos, pues entendía que el geomagnetismo podía dar información sobre lo que ocurría en el interior del planeta. Se consiguió poner en común dos millones de observaciones en tres años.

El historiador de la ciencia Manuel Sánchez Ron decía hace unos años que Humboldt no fue un teórico que hizo avanzar la ciencia como lo hicieron Newton, Darwin, Maxwell o Einstein, sino una extraordinaria mezcla de explorador, científico empírico y recolector de datos.[320] Ciertamente fue explorador y recopilador, incluso coleccionista si se quiere, y puede que fuera solo por eso por lo que muchos lo admiraron y respetaron en su época. Pero Humboldt no lo veía así; para él la ciencia no era una agregación enciclopédica de los resultados que suministran los estudios específicos. Esos solo eran los materiales. La ciencia aspiraba a conocer la acción simultánea y el vasto encadenamiento de las fuerzas que animaban el universo. Y por eso mismo era inagotable:

> Las ciencias experimentales, fundadas en la observación del mundo exterior, no pueden pretender nunca el completarse; la esencia de las cosas y la imperfección de nuestros órganos se oponen a ello igualmente. Nunca se acabará la riqueza inagotable de la naturaleza; ninguna generación podrá lisonjearse de haber abrazado la totalidad de los fenómenos.

La idea de que la naturaleza no estaba formada por fenómenos paralelos sino interdependientes dio lugar a una nueva disciplina biológica, la ecología, iniciada como tal apenas diez años después de su muerte.[321] Por otra parte, su descripción de cómo la acción de los humanos podía alterar el equilibrio de la naturaleza provocando cambios en ella, muchos de los cuales hoy sabemos irreversibles, es algo de lo que, si lo hubiéramos tomado más en serio, quizá no tendríamos que arrepentirnos.

APÉNDICE

Una de las cosas que hizo Humboldt cuando visitó Londres camino de Berlín, donde lo reclamaba el rey de Prusia como contrapartida al estipendio que recibía, fue visitar a Mary Somerville (antes Mary Fairfax y Mary Greig) y cenar con ella.[322] Mary era matemática y astrónoma, y en esos momentos estaba terminando la traducción al inglés del *Traité de mécanique céleste* de Laplace, quien acostumbraba a decir que ella era la única mujer capaz de entender sus obras y traducirlas. Efectivamente, el libro de Laplace fue un éxito de ventas en Inglaterra, según la crítica, por sus contenidos y «su buen inglés». Esto no tendría mayor relevancia si no supiéramos que Mary aprendió a leer con diez años, que no fue al colegio hasta los trece y que aprendió latín y griego sola, con la ayuda ocasional de un tío suyo, porque esas cosas no se enseñaban a las niñas. Cuando cenó con Humboldt ya tenía seis hijos y estaba próxima a la menopausia, lo que le permitió en los años siguientes escribir y publicar varios libros, entre ellos *Sobre la conexión de las ciencias físicas.* Como curiosidad añadida, fue en una reseña de ese libro donde se utilizó por primera vez la palabra «científico/a» (*scientist*, en inglés).[323] Poco después ingresó como miembro en la Royal Astronomical Society.

A los sesenta y ocho años, mucho después de su primer encuentro con Humboldt, Mary publicó su *Geografía física*, donde, saliéndose

de los límites de la disciplina, incluía no solo continentes y mares, sino también animales, vegetales, la historia del hombre desde sus orígenes, las naciones, las lenguas, etc., una visión integradora en la línea de su antiguo comensal —aunque sin haber salido de su isla— con la que obtuvo gran popularidad. Por esta obra recibió la medalla de oro Victoria de la Royal Geographical Society, y el propio Humboldt la felicitó desde Berlín. Cuando en 1865 John Stuart Mill apoyó el sufragio femenino organizando una votación masiva de mujeres, la de Mary, a la sazón de ochenta y cinco años de edad, fue la primera firma en el documento.

12

JANE Y MICHEL: UN CUENTO EJEMPLAR

A los trece años, Michel, que solo había aprendido a leer, a escribir y las cuentas básicas en su corta asistencia a la escuela, tras varios trabajillos informales, consiguió entrar como aprendiz en un taller de encuadernación en el viejo centro de Londres. Su padre, herrero, necesitaba el soporte económico de sus hijos varones.

Dos décadas antes, Jane, de quince años, se había tenido que hacer cargo de sus once hermanos tras la muerte de su madre. Su familia era rica e ilustrada, y toda la prole había recibido clases de latín, biología, química y dibujo. En su casa eran frecuentes las reuniones de científicos y literatos.

Jane se casó a los treinta años, una edad muy tardía para la época que su tocaya y casi coetánea, Jane Austen, retrata en sus novelas. Su marido era médico y espíritu curioso. Juntos asistían a conferencias científicas en las que conocieron entre otros a Jenner, creador de la vacuna contra la viruela, a Mary Somerville, matemática y astrónoma, o al químico Humphry Davy, personaje algo histriónico en sus presentaciones que se hizo amigo de la familia. Las conferencias de Davy inspiraron a Jane, que, en los años siguientes, además de tener cuatro hijos, escribió un libro titulado *Conversaciones sobre química*, que se publicó en 1806 de forma anónima, como era costumbre cuando escribían mujeres.[324] Jane, en lugar de presentar los conocimientos de química en estilo académico, como si se tratara de una conferencia, procedimiento habitual de los científicos de la época, los expuso en forma de diálogos entre una profesora de Química y sus dos discípulas adolescentes. Las tres juntas hacían experimentos —ilustrados con los dibujos de la propia autora— cuyos resultados eran comentados

a continuación. La fórmula fue tan novedosa y resultó tan atractiva que el libro pronto se convirtió en un best seller en Inglaterra y en Estados Unidos. A partir de la duodécima edición, el nombre de la autora comenzó a aparecer en la cubierta.

Michel era un chico curioso, que aprovechaba los libros que los particulares mandaban a encuadernar en su taller para echarles una ojeada y, si los encontraba interesantes, retrasaba algo la ejecución del encargo para poder terminar de leerlos. El día que alguien decidió encuadernar allí su ejemplar del libro de Jane, Michel quedó fascinado. Lo leyó y lo releyó, retrasando el encargo mientras le fue posible, y decidió que la química era lo suyo. Quería dedicarse a estudiarla.

Asistió entonces él también a unas conferencias de Davy de las que tomó cuidadosas notas que, una vez pasadas a limpio, encuadernó con esmero en el taller y envió junto con una carta al químico, solicitando trabajar para él, aunque reconociendo que carecía de formación.

Davy lo entrevistó y decidió contratarlo como asistente. Michel tenía entonces veintiún años. Poco después, el progreso del ayudante se hizo tan evidente que el maestro se sintió amenazado y las relaciones entre ambos comenzaron a resultar difíciles, pues lo seguía tratando casi como a un sirviente.

Además de ayudar a Davy, Michel comenzó a hacer experimentos por su cuenta. Sobre sus primeras publicaciones diría más adelante: «Mi miedo era mayor que mi confianza, y ambos mayores que mis conocimientos; nunca creí que fuera a escribir alguna vez un artículo científico original».[325]

Obtuvo resultados importantes. Se dio cuenta de que se podía generar electricidad a partir de una fuerza magnética, de que el espacio no era algo neutro sino el medio en el que se generaban las fuerzas eléctricas y magnéticas. De esas observaciones surgió la teoría de campos. También publicó que las sales se descomponían permitiendo el paso de una corriente eléctrica.

Sus artículos eran claros, describía minuciosamente sus experimentos y los dibujaba, pero nunca utilizaba ecuaciones porque no sabía suficientes matemáticas. Por eso fue Maxwell quien, a partir

de los resultados de Michel y de los suyos propios, estableció las cuatro ecuaciones que componen la teoría del comportamiento de los campos eléctricos y magnéticos.

Pero a veces investigaba también cuestiones que otros científicos considerarían nimias. Por ejemplo, en la época estaban muy de moda el espiritismo y las mesas que supuestamente se movían cuando se invocaban los espíritus. Michel ideó unos experimentos utilizando materiales muy básicos, como láminas de cristal, gomas elásticas y cosas de ese tipo, que demostraron que los músculos de las manos de los participantes eran lo primero que se activaba y que el leve e inconsciente movimiento de las manos era la causa del movimiento de la mesa y no los espíritus invocados.

De la teoría construida a medias entre Michel y Maxwell surgieron inventos importantes como el generador eléctrico y sus muchos derivados, de los vehículos de tracción mecánica a la radio, pero ellos nunca patentaron nada. Habían descifrado algunas propiedades de la naturaleza gracias a sus experimentos y ese era el propósito de su investigación.

Cuando era ya mayor, la reina Victoria le ofreció como gratificación una casa en Londres y el título de sir. Aceptó la casa, pero dijo riendo que prefería seguir siendo Mr. Faraday hasta el final de sus días.

Y no olvidó nunca a Jane Marcet (antes Jane Haldimand). Si un adolescente ignorante había conseguido revelar secretos que cuestionaban el universo ordenado de Newton, no era menos sorprendente en la época que una mujer hubiera escrito un libro de divulgación científica protagonizado por otra mujer y dos niñas en un estilo rompedor, del que se calcula que se vendieron veinte mil ejemplares en Inglaterra y más de cien mil en Estados Unidos y que fue capaz de despertar el entusiasmo de aquel aprendiz, que llegó a ser director del laboratorio de la Royal Institution de Londres. En efecto, Michel Faraday invitó a Jane Marcet en varias ocasiones a sus conferencias, y a su muerte mostró su veneración diciendo de su libro: «Sentí que había conseguido un ancla en el conocimiento químico y me aferré a él».

Michel tenía clara conciencia de que la ciencia era una actividad colaborativa:

> Todo cuanto conocemos sobre las leyes naturales es el producto de sucesivos esfuerzos de las mejores inteligencias a lo largo de los siglos. Tras un más rígido y atento examen sobre principios y ensayos, se les ha dado una expresión definitiva; se han convertido en nuestra verdad. Pero día tras día seguimos examinando y testando esas verdades. No tenemos interés en retenerlas si son erróneas; por el contrario, el mayor descubrimiento que puede hacer una persona es demostrar que una de esas leyes es errónea y su mayor honor sería ese descubrimiento. Porque sabemos que la ley nueva o modificada producirá nuevos resultados, aumentará nuestra riqueza intelectual y será una fuente abundante de nuevos deleites para la mente.[326]

13
POR LA BELLEZA DE LA CIENCIA

Había decidido hacer la tesis doctoral con el profesor Becquerel. Le había impresionado la nota que había enviado a la Academia Francesa de Ciencias el año anterior, en la que describía la radiación que emitía una sal de uranio. También le gustó la forma en que lo hizo. La descripción de su experimento era muy sencilla:

> Se envuelve una placa fotográfica con papel negro muy grueso, de manera que la placa no se vele al exponerla al sol. Sobre la placa así envuelta colocamos una capa fina de cristales de sulfato de uranio, de fosforescencia muy viva, y se expone todo al sol durante varias horas. Al revelar la placa se reconoce en negro la silueta de la capa de uranio y, si se interpone entre ella y el papel negro una rejilla metálica, el dibujo de la rejilla aparece sobre el cliché. Una lámina de vidrio interpuesta entre la placa y la sal de uranio no altera el resultado, lo que demuestra que no se trata de una acción química debida a posibles vapores emanados de la sal de uranio al calentarse por el sol. Podemos concluir que la sal de uranio emite una radiación capaz de atravesar el papel opaco a la luz y de impresionar la placa fotográfica.[327]

Esta breve comunicación, hecha inmediatamente después de observar el resultado, fue completada apenas una semana más tarde en una nueva presentación a la Academia. Con experimentos supletorios verificaba entonces, entre otras características, que la exposición a los rayos solares no era necesaria y que el experimento podía ser reproducido en la oscuridad. Reconocía que este hallazgo había sido casual, pues, al no haber sol en los días que siguieron, guardó la preparación en un cajón. Tres días más tarde se decidió a revelar las placas esperando obtener imágenes débiles. Por el contrario, aparecieron las siluetas de los cristales fuertemente

marcadas. La intensidad de la impresión apenas se afectaba por la distancia o por la interposición de un cristal, pero sí por la interposición de una lámina de aluminio. Se trataba, por tanto, de una nueva forma de radiación. Esperaba poder aportar en breve más información sobre el asunto.[328]

Si bien el resultado era interesante, tampoco había que despreciar la prontitud de Becquerel en hacer la primera notificación, pues la ciencia era ya en ese momento muy competitiva y además de obtener un buen resultado había que saber comunicarlo a tiempo para evitar que otros se adelantaran. Y las publicaciones eran necesarias para obtener recursos y poder continuar investigando. Sí, había decidido hacer la tesis con él.

En ese momento, Marie Curie (antes Maria Salomea Skłodowska) tenía treinta años y estaba a punto de dar a luz. Llevaba seis años en Francia.

El padre de Maria era profesor de física y matemáticas en Polonia, y su madre, que murió joven, había sido maestra y música. Varsovia estaba bajo dominio ruso. Los estudios en polaco eran clandestinos y en las universidades rusas no admitían mujeres. Maria, que se había declarado atea apenas adolescente a raíz de la muerte de su madre, quería estudiar en Francia. Su hermana también. Pero la situación económica era complicada. Decidieron hacer un pacto ambas hermanas y, mientras la una estudiaba en París, la otra trabajaría para cubrirle los gastos. Y viceversa. Por ese motivo, Maria Salomea no pudo llegar a París hasta que no tuvo cumplidos los veinticuatro años.

En el barrio latino, en una buhardilla y comiendo en comedores universitarios, se sentía rara por ser mujer —solo un 3 por ciento de los matriculados en ciencias lo eran—, por ser mayor que la mayoría de sus compañeros y, en menor medida, por ser extranjera y no dominar aún el idioma.

Tenía intención de regresar a Varsovia al terminar los estudios, pero Pierre Curie, físico, la convenció para que se quedara. Pierre y Maria —a partir de ese momento, Marie Curie—, ateos ambos, se

casaron en una ceremonia civil con sus vestidos de calle. No les gustaban las celebraciones ni tenían más que los recursos imprescindibles para el día a día.

A pesar de estar haciendo un trabajo de investigación absorbente, Marie se sentía en la obligación de encargarse también de las tareas domésticas, pues afirma: «Tras el nacimiento de nuestra hija, las dificultades para llevar a cabo nuestro trabajo aumentaron, ya que yo tenía que dedicarles más tiempo a las tareas domésticas […] Pero también necesitábamos aumentar nuestros recursos para mantener a la familia y poder contratar a alguien que me ayudara con la casa a partir de ahora».[329]

Mientras trabajaba en su tesis enseñaba ciencias en la Escuela Normal, en la que se formaban las mujeres que después serían profesoras en institutos. Pierre también daba clases en la Escuela Superior de Física y Química Industriales de París.

«El estudio de este fenómeno —dice Marie refiriéndose al descubrimiento de Becquerel— nos pareció muy atractivo, sobre todo porque era algo completamente nuevo y no había nada escrito sobre ello. Decidí emprender esa investigación». Pero la pareja no contaba con ningún laboratorio. «Tenía que encontrar un lugar donde hacer los experimentos. Mi marido tuvo autorización para utilizar una especie de hangar con grandes cristaleras que era utilizado como almacén […]. No se habían hecho reformas ni estaba adaptado para la química. Tampoco teníamos dinero».[330] Al parecer, se trataba de una antigua sala de disección de la Facultad de Medicina que había dejado de utilizarse. Era una planta baja y, al otro lado de un patio, había una especie de cobertizo de madera con suelo de cemento y techo de cristales que también utilizaban… cuando no llovía, pues entraba el agua por varios lugares. Algunos muebles de madera de pino, una estufa y una pizarra constituían todos sus enseres. Sobre una de las mesas, un electroscopio que habían construido Pierre y su hermano. «No había chimenea que expulsara los gases tóxicos que resultaban de los tratamientos químicos, por lo que teníamos que hacerlos en el patio y, cuando hacía mal tiempo, los hacíamos en el interior y abríamos las ventanas».

En sus charlas con jóvenes, Marie trataba de trasmitirles su idea del trabajo de investigación:

> La vida de un gran científico en su laboratorio no es, como muchos piensan, un remanso de paz. La mayoría de las veces es una amarga batalla con las cosas, con lo que nos rodea y con nosotros mismos. Un gran descubrimiento no surge íntegro y completo de la mente del investigador como surgió Minerva de la cabeza de Zeus, sino que es el resultado de la acumulación de mucho trabajo preliminar. Entre los días productivos y fecundos se insertan otros de incertidumbre en los que no parece ocurrir nada y en los que incluso la materia parece hostil.[331]

Y les advierte: «Nuestra sociedad, en la que predomina un deseo feroz de riquezas y de lujo, no comprende el valor de la ciencia. No se da cuenta de que es la mejor parte de nuestro patrimonio moral».[332]

El proyecto de Marie era tan atractivo que Pierre se puso a trabajar con ella. «Tenía un deseo muy fuerte por verificar las hipótesis sobre el efecto del uranio, y Pierre, también muy interesado en la cuestión, dejó su trabajo sobre cristalografía para unirse a mí en la búsqueda de una sustancia desconocida».[333]

Pronto se dieron cuenta de que algunos minerales que utilizaban como materia prima para obtener uranio contenían también otras sustancias aún más radiactivas. Así, describieron un nuevo elemento al que llamaron polonio y, poco después, el que sería el mayor hallazgo de su vida: el radio. El paso siguiente era aislar este radio y separarlo del resto de sustancias que formaban parte del mineral de partida para poder analizar sus características y propiedades. Comenzó entonces un problema de cantidades, pues para obtener cien miligramos de cloruro de radio necesitaron… ¡una tonelada de pechblenda y cuatro años de trabajo! Era una labor físicamente extenuante para Marie, pues se dice que cada día manejaba en torno a veinte kilos del material inicial, a partir del cual iba purificando la sustancia deseada. Afortunadamente, el electrómetro que había construido Pierre permitía medir la actividad del producto sin recurrir al proceso más engorroso de impresionar placas fotográficas.

En 1903 Marie presentó la tesis doctoral y, al final del mismo año, recibieron ambos, junto con Becquerel, el Premio Nobel de Física.

Marie se refería años después a su experiencia personal en el día a día con la ciencia: «Nunca podré expresar bien la alegría que produce la quietud de un ambiente de investigación, la excitación cuando aparece un avance y la esperanza de obtener resultados aún mejores».[334] Pero uno de sus comentarios no puede dejar de impresionarnos, visto desde los conocimientos actuales: «Una de nuestras alegrías era acudir al laboratorio por la noche […]. Percibíamos por todas partes las siluetas débilmente luminosas de las botellas o de las cápsulas que contenían nuestros productos. Era una visión realmente hermosa que cada vez nos parecía distinta. Los tubos iluminados parecían tenues farolillos». Sorprende al leer ahora estas líneas la inocencia que desprenden. Nunca se protegieron de las radiaciones. No se imaginaban que aquello que les daba tanta alegría los estuviera matando. No era ya la exposición a los gases que les hacían abrir las ventanas cuando no podían trabajar en el exterior, era la energía de las sustancias radiactivas que los rodeaban por todas partes y que, según dicen algunos, a veces guardaban en tubos que llevaban en los bolsillos.

Ni Marie ni Pierre buscaban una utilidad práctica en su investigación. Ella misma lo afirma en una conferencia que dio años más tarde a las alumnas de la universidad femenina estadounidense de Vassar con el título «The Discovery of radium», cuando dice:

> No hay que olvidar que cuando el radio fue descubierto nadie sabía que resultaría útil en los hospitales. Fue un trabajo de ciencia pura. Esta es una prueba de que el trabajo científico no debe ser considerado desde el punto de vista de su utilidad directa. Hay que hacerlo por sí mismo, por la belleza de la ciencia, y siempre habrá una posibilidad de que un descubrimiento científico pueda convertirse, como ha ocurrido con el radio, en un beneficio para la humanidad […]. Pero no se suele reconocer la ciencia a menos que de ella se derive un provecho material.[335]

Y les explica a continuación las conclusiones aún de mayor alcance a las que conducen sus hallazgos:

> Sabemos que el radio emite partículas con una velocidad cercana a la de la luz. Sabemos que los átomos de radio se destruyen cuando emiten esas partículas. De esta manera se ha demostrado que los elementos radiactivos se están constantemente desintegrando y que finalmente dan lugar a elementos ordinarios, principalmente helio y plomo. Esta teoría muestra que los átomos se transforman y no son estables como se creía antes, sino que son capaces de sufrir modificaciones espontáneas.[336]

Habían trabajado juntos, cierto, pero el proyecto era de Marie, y ella lo distingue bien cuando escribe una pequeña autobiografía que acompaña a la biografía de su marido. Sin embargo, los honores, como era de esperar, le llegaron a él. Él obtuvo la cátedra universitaria, a él le concedieron premios —que en numerosas ocasiones rechazó porque no era amigo de honores ni distinciones—, y a él, junto con Becquerel, le concedieron inicialmente el Premio Nobel. Al parecer, Pierre se negó a aceptarlo si no era compartido con Marie. No se conocen a fondo las discusiones a las que tal actitud daría lugar, pero se llegó a una especie de compromiso: Marie también tendría el premio, pero la compensación económica iría al cincuenta por ciento para Becquerel y para el matrimonio Curie.

Tenían indicios de que las radiaciones que estaban estudiando, y que recibieron el nombre de radiactivas, podían destruir células cancerosas y, por tanto, podrían utilizarse en el tratamiento de pacientes con cáncer. Pero los Curie nunca patentaron su descubrimiento y tampoco participaron del negocio cada vez más rentable que supuso la implantación de la radioterapia, aún vigente para el tratamiento de los tumores malignos:

> Mi esposo y yo siempre rehusamos obtener de nuestro descubrimiento ningún provecho material. Hemos publicado desde el comienzo, sin ningún tipo de reserva, el procedimiento utilizado para obtener el radio. No patentamos nada ni hemos obtenido ningún beneficio de ninguna explotación industrial. No mantuvimos en secreto ningún detalle, y ha sido gracias a la información que dimos en nuestras publicaciones por lo que la industria del radio se ha desarrollado rápidamente. Hasta el momento todos los métodos que dicha industria ha utilizado han sido los descritos por nosotros. El tratamiento de los

minerales y la purificación se continúan haciendo de la misma forma en que yo lo hice en mi laboratorio, aunque cuenten con más recursos materiales.[337]

Cuando les comunicaron la concesión del Premio Nobel en 1903, Marie estaba embarazada de nuevo, y en 1904 nació su segunda hija. Dos años más tarde Pierre murió atropellado por un coche de caballos. Marie entró en un episodio de depresión.

Cuando se repuso, obtuvo el puesto universitario creado para Pierre, pero no la hicieron catedrática. El Instituto Pasteur, interesado en las cualidades terapéuticas de la radiactividad, consiguió en 1909 un acuerdo con la universidad para crear un laboratorio conjunto para Marie.

No todo era ciencia. En esa época, Marie aprendió a conducir. También organizó junto con algunos colegas una especie de escuela alternativa, donde cada uno de ellos enseñaba una materia a los hijos e hijas de distintas edades. Las clases de ciencia siempre iban acompañadas de ejercicios prácticos. Consiguieron así, según cuenta Marie, reunir en no demasiadas clases los elementos científicos y literarios necesarios para obtener una cultura deseable.

Cuando, unos años más tarde, consiguió el radio puro y determinó su peso molecular —lo que permitió su inclusión en la tabla periódica —, Marie tampoco lo patentó, sino que lo puso al servicio de la comunidad científica. Fue entonces nombrada miembro de las Academias de varios países, entre ellos Suecia y Polonia, así como de algunas sociedades en Estados Unidos. Pero Francia no la trató bien. La prensa francesa aireó una relación sentimental de Marie con un antiguo colaborador de Pierre. Ella era viuda y él un hombre separado de su mujer, pero eso bastaba para marginar a Marie. La prensa sacó a relucir que era extranjera —inmigrante, diríamos hoy —, atea e inmoral. La llamaron incluso judía, aunque no era cierto, pero hacía poco que se había cerrado el caso Dreyfus[338] y esa era una desventaja importante. En 1911 la Academia sueca le otorgó un nuevo Premio Nobel, esta vez de Química, «por el descubrimiento del polonio y del radio, por el aislamiento del radio y el estudio de la naturaleza y los compuestos de este importante elemento». Ella asistió a la ceremonia en medio del escándalo. Durante los catorce

meses siguientes se trasladó a Inglaterra con la idea de regresar a París cuando el nuevo laboratorio estuviera disponible para empezar el trabajo. Pero eso ocurrió en 1914 y, justo entonces, comenzó la Gran Guerra.

Marie conocía la importancia de los rayos X para determinar fracturas y localizar balas alojadas en el cuerpo de los soldados. Su contribución a la guerra fue diseñar unos «vehículos radiológicos», que contenían un grupo electrógeno —que pronto fue sustituido por una dinamo, para disminuir tanto el peso como los costes—, un aparato de rayos X portátil y los accesorios necesarios, como ella misma describe con todo detalle.[339] Tras recabar fondos de distintas organizaciones, entre ellas la Unión de Mujeres de Francia, pronto se creó una pequeña flota de dieciocho vehículos, cada uno equipado con un médico radiólogo, un ayudante y un conductor que acudían a los hospitales de campaña que los requerían. Ella misma, su hija mayor y otras personas de cuya formación también se ocupó personalmente formaban la tripulación no especializada de los vehículos.

Marie murió a los sesenta y seis años de anemia aplásica,[340] una de las consecuencias de la exposición a la radiactividad. Todos sus enseres, cuadernos de laboratorio, libros, etc., están conservados en contenedores de plomo por considerarse altamente radiactivos. La vida media del radio es de 1.601 años.

14
UN LABORATORIO EN MI HABITACIÓN

Cuando Viktor Hamburger[341] publicó su artículo en 1934, no podía imaginar hasta qué punto este cambiaría la vida de una joven italiana a la que no conocía en lo absoluto y la de él mismo. Rita leyó el artículo con fruición algo más tarde, mientras viajaba en tren en un vagón de ganado durante la Segunda Guerra Mundial, según ella misma cuenta.[342]

Había terminado la carrera de Medicina y se formaba en neurohistología con el profesor Giuseppe Levi en Turín cuando comenzó en Italia la campaña antisemita. El tema de estudio del equipo era la diferenciación funcional y estructural de los centros y vías nerviosas en los embriones de pollo, en el que Rita se dedicaba a las estructuras y un compañero a la función. Había aprendido la técnica desarrollada por Ramón y Cajal para teñir y estudiar al microscopio las neuronas y las fibras nerviosas, e incluso la había mejorado un poco. Cuando la campaña se recrudeció en 1938 se prohibió a los judíos, entre otras cosas, enseñar o ser empleados en organismos públicos, entre ellos las universidades, así como ejercer la medicina. Tanto ella como Levi tuvieron que abandonar sus puestos y su profesión.

A Rita le había costado mucho llegar hasta allí. Su padre era un judío laico que había inculcado un pensamiento independiente a sus hijos. Rita dice en su autobiografía que sus hermanos y ella eran «librepensadores antes de saber leer, escribir o mucho menos pensar».[343] A pesar de ello —y esto era frecuente en la época—, en los temas referentes a las mujeres su padre tenía una mentalidad victoriana, según la cual sus hijas, al terminar la secundaria, debían limitarse a esperar hasta conseguir un buen marido. Rita esperó tres

años, al cabo de los cuales tuvo una entrevista formal con su padre para comunicarle su decisión de estudiar Medicina y consiguió su consentimiento. Los estudios de aquellos tres años perdidos fueron recuperados y, finalmente, a los veinte años comenzó la universidad.

Tras aquellos arduos comienzos no era fácil abandonar. Si no podía ser en Turín continuaría en otro lugar. Rita se marchó a Bruselas, donde vivía su hermana mayor con su familia. Pero ante la amenaza de invasión de Bélgica por parte de los nazis, todos regresaron a Italia. En junio de 1940 Italia también entró en la guerra. Rita se dedicó entonces al ejercicio clandestino de la medicina, aunque dependía de un médico ario que le firmara las recetas.

Llegó por entonces a Turín un antiguo compañero de carrera que se había instalado en Estados Unidos y que la instó a no abandonar la investigación, aunque tuviera que organizarse por su cuenta. Al fin y al cabo, le dijo, Cajal había hecho algo parecido, pues trabajó en lugares mal equipados y en ellos sentó las bases de todo lo que sabemos sobre el sistema nervioso de los vertebrados. ¿Organizarse por su cuenta? ¿Qué significaba eso? La idea quedó ahí, y poco a poco se fue perfilando. Se lo planteó en primer lugar a los tres miembros de su familia que por entonces vivían con ella: su madre, su hermano y su hermana gemela. Tras un primer momento de estupor, todos la apoyaron.

Fue entonces cuando acudió a su mente el artículo de Hamburger que había leído no hacía mucho y que mostraba que la eliminación del primordio de un ala en un embrión de pollo producía una disminución importante del número de neuronas en el lado operado, de lo que deducía que había señales que desde las zonas periféricas llegaban hasta el sistema nervioso central. Rita decidió empezar por reproducir los experimentos de Hamburger y avanzar a partir de ellos. El tema era muy próximo a lo que había estado haciendo bajo la dirección de Levi, y las técnicas requeridas eran compatibles con su experiencia y con los exiguos recursos con los que podía contar. Ella era hábil en microcirugía, y los embriones de pollo eran fáciles de conseguir y de incubar a poco que tuviera una estufa adecuada. Un ingrediente no menos importante del entusiasmo con que acogió y desarrolló la idea era la perspectiva de llevar a cabo el proyecto

bajo las condiciones de prohibición impuestas por las leyes raciales: trabajar en un laboratorio clandestino era doblemente emocionante.

Se inició entonces un proceso de transformación según el cual la que hasta ese momento había sido su habitación habría de convertirse, sin dejar de ser el lugar en el que dormía, en un laboratorio de investigación. Consiguió una lupa de disección, dos pequeñas estufas, una que haría de incubadora y otra a mayor temperatura para incluir los cortes en parafina, un microtomo para hacer los cortes finísimos que debería teñir y un microscopio para ver y analizar los resultados. Aunque Rita no cuenta en su autobiografía cómo obtuvo el material, lo más probable es que alguien de la universidad la ayudara a sacar clandestinamente aquellos aparatos, todos de tamaño pequeño, de alguno de los laboratorios que habían quedado en desuso, quizá del suyo propio, debido a las leyes raciales.

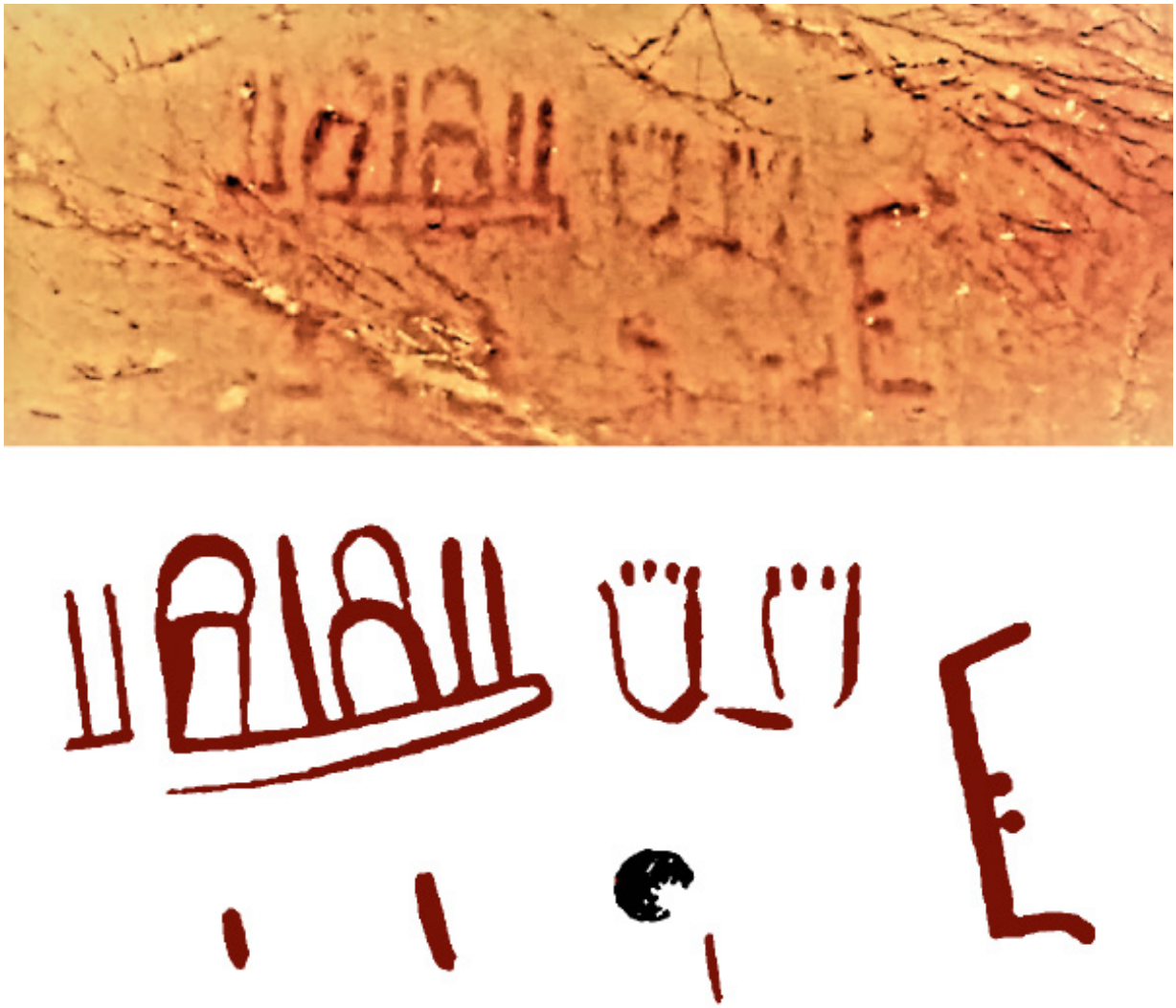
Cuando llevaba unos meses trabajando en esas condiciones, el profesor Levi, que había pasado un tiempo en Lieja, regresó a Turín. También se encontraba perdido, pues no podía ejercer, de modo que se incorporó al pequeño laboratorio improvisado, en el que pasó de ser maestro a convertirse en el primer y único ayudante. A falta de despacho propio, Levi recibía también allí a veces a antiguos discípulos. Rita describe a Levi como un hombre grande y gordo que continuamente amenazaba con destrozar cosas con sus movimientos y pedía disculpas. Con todo ello, la habitación-dormitorio-laboratorio-despacho-sala de visitas, más que a la celda de un monje, con la que su dueña solía compararla, debía de parecerse a veces al camarote de la reciente película de los hermanos Marx.[344]

En esas condiciones, Rita descubrió que, tras la eliminación de una extremidad en fases muy tempranas tras la fertilización, las neuronas y las fibras se formaban y se diferenciaban, pero al cabo de un tiempo degeneraban y morían. Surgió entonces allí la idea novedosa de que las dianas aportaban factores de supervivencia para las neuronas que las inervaban.[345] Ella recapitula su experiencia así:

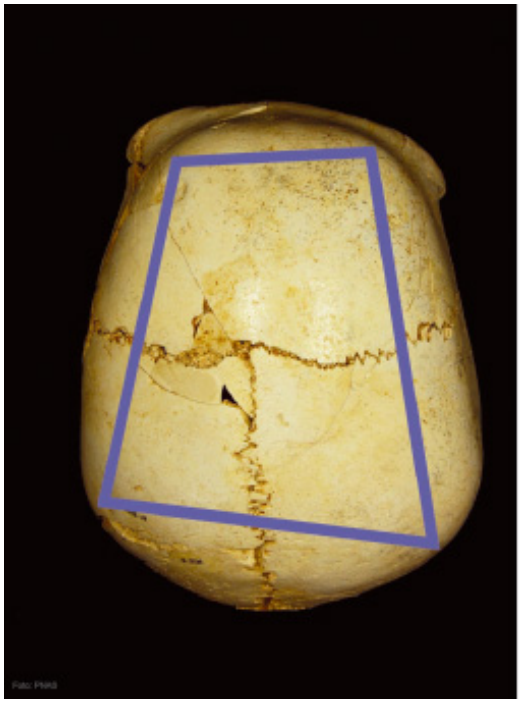
> Solo siguiendo hora a hora en diferentes especímenes, como en una secuencia cinematográfica, el desarrollo de los circuitos y centros del sistema nervioso, llegué a comprender el carácter dinámico de estos procesos y cómo las células individuales se comportan de modo semejante a los seres vivos; entendí, en fin, cuán plástico y maleable es el sistema nervioso. Adapta su estructura y sus funciones a las exigencias ambientales.

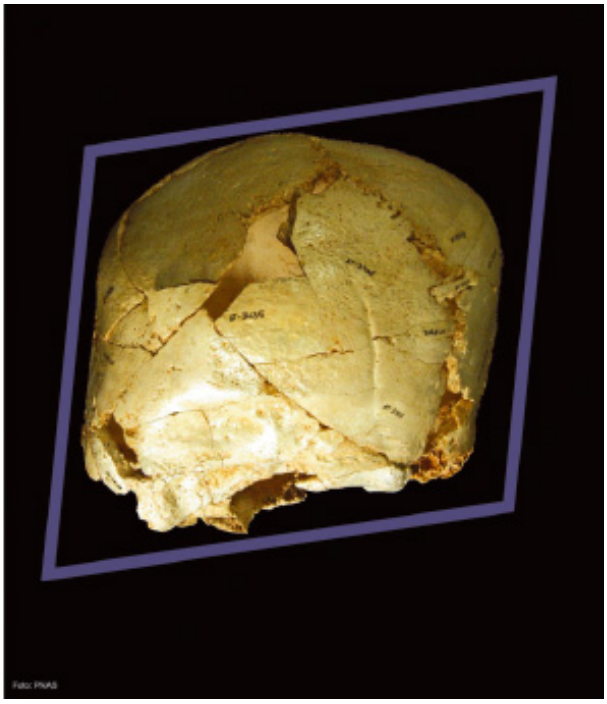
Mientras los ejércitos alemanes avanzaban sobre Europa sembrando la destrucción y la muerte, Rita escribe también que ellos respondían al «deseo desesperado y en parte inconsciente que tenemos los seres humanos de ignorar lo que está sucediendo, cuando la situación es tal que la plena conciencia de la misma podría conducirnos a la autodestrucción».

Tras el fin de la guerra, Hamburger leyó el artículo que había publicado Rita en una revista belga y la invitó a pasar un semestre en su laboratorio de St. Louis. Allí se quedó hasta su jubilación, aunque, a partir de cierto momento, compatibilizó su trabajo en Estados Unidos con la dirección de otro laboratorio en Roma, donde solía pasar seis meses cada año, despertando la envidia de las neurocientíficas que la encontrábamos año tras año en los congresos. Rita Levi Montalcini obtuvo el Premio Nobel de Medicina en 1986 junto con Stanley Cohen.[346] Viktor Hamburger, que inició la investigación, quedó al margen. Es algo que suele ocurrir con dichos premios, pues rara vez los hallazgos científicos galardonados son obra de la una, las dos o las tres personas que recogen el premio. La tarea colectiva que es la ciencia requiere el esfuerzo de muchos imprescindibles que, en la mayor parte de los casos, permanecen en el anonimato.



La «Inscripción» encontrada en la galería B de la cueva de La Pasiega, en Cantabria, que aquí se puede ver en fotografía y esquematizada, tiene en torno a 20.000 años de antigüedad. Se han dado numerosas interpretaciones sobre su significado e intencionalidad, una de las cuales podría ser transmitir algún tipo de conocimiento sobre la naturaleza.
Foto y esquema de la «Inscripción» la cueva de La Pasiega (Cantabria). C. C. y Hugo Obermaier / dominio público.





En la Sima de los Huesos de Atapuerca se ha encontrado el cráneo de una niña de entre cinco y doce años que presenta signos de una patología rara llamada «craneosinostosis». El cráneo es pequeño, asimétrico y deforme, de lo que se deduce que la niña sufría graves alteraciones motoras y retraso mental. El hallazgo indica que hace 530.000 años el *Homo heidelbergensis* ya cuidaba de los enfermos, puesto que la pequeña sobrevivió varios años. Esta información se ha obtenido gracias a la colaboración de las distintas disciplinas que actualmente confluyen en los estudios de paleontología.

Perfiles del cráneo de Benjamina encontrados en Atapuerca. © PNAS.

Los efectos ópticos que se pueden observar en Stonehenge durante el solsticio de verano o en la pirámide El Castillo de Chichén Itzá en los equinoccios sugieren, si bien no demuestran, que los conocimientos astronómicos han acompañado a los

humanos desde épocas muy antiguas, para las que no existen otros tipos de testimonios.
Arriba: Stonehenge en el solsticio de verano. C. C. / Andrew Dunn (www.andrewdunnphoto.com).
Abajo: Chichén Itzá en el equinoccio. Dominio público.

Este molde de piedra del tamaño de una mano está en el museo de Heraclión, Creta. Lo fabricaron los minoicos en el siglo XV a. C. Aunque Evans, el arqueólogo que lo encontró, lo interpretó como un signo de la divinidad, se trata de un predictor de eclipses.
Predictor de eclipses. Museo de Heraclión, Creta. C. C. / Olaf Tausch.

El mapa del mundo más antiguo que se conoce fue grabado en una tablilla de barro de unos 12 × 8 cm en Babilonia entre los siglos VIII y VI a. C., conservada hoy en el Museo Británico. En el interior del doble círculo aparece el mundo conocido, con el río Éufrates y las principales ciudades mesopotámicas. Los triángulos exteriores corresponden a lugares míticos.

Mapa del mundo más antiguo que se conoce, datado entre los siglos VIII y VI a. C. Museo Británico.

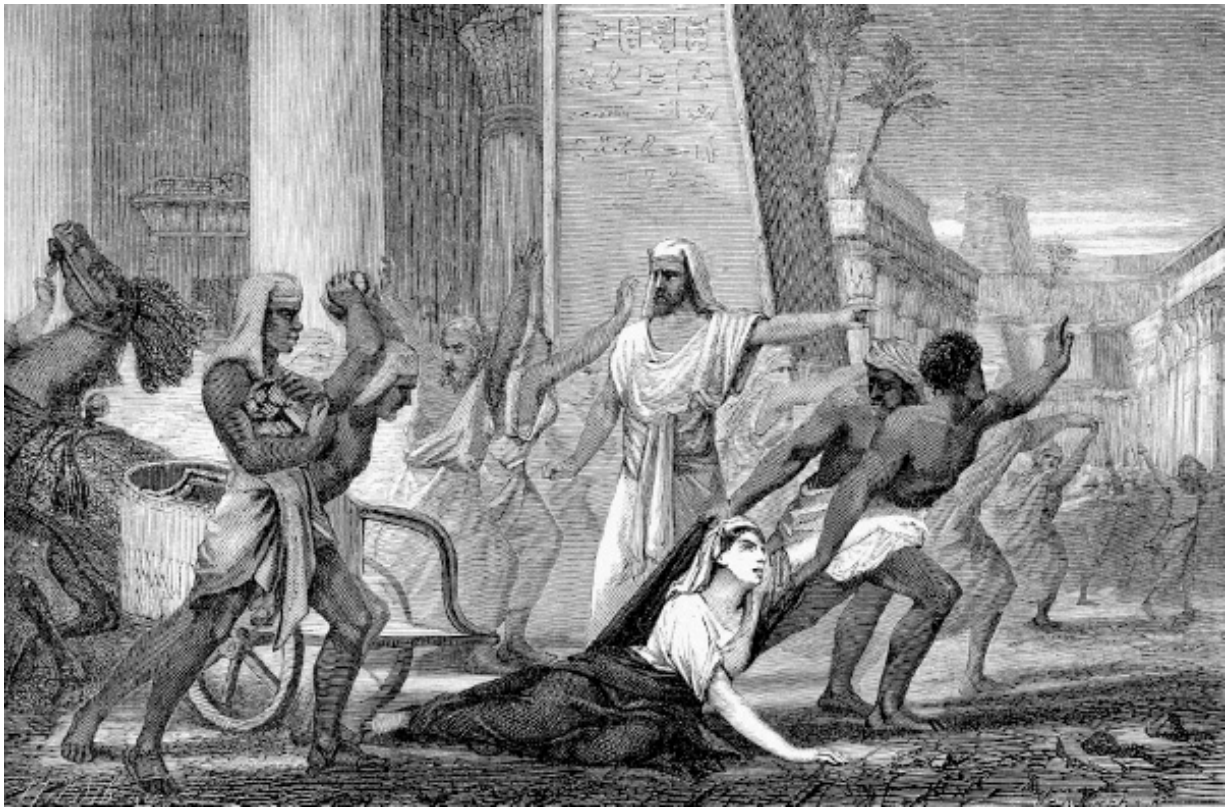
Vitruvio, al comienzo del libro VI de su tratado *De architectura,* cuenta que Aristipo, discípulo de Sócrates, fue arrojado por una borrasca a las playas de Rodas. Al advertir unas figuras geométricas dibujadas en la arena, dijo a sus compañeros: «¡Ánimo, amigos, nada temáis, pues estos son signos humanos!». En el siglo XVIII la escena fue representada en un grabado de Michael Burghers utilizado como frontispicio de forma sucesiva en el libro de los *Elementos* de Euclides editado por David Gregory, en las *Secciones cónicas* de Apolonio de Perge en edición de Edmund Halley (en la imagen) y en un tratado de Arquímedes, adaptando las figuras dibujadas sobre la arena al autor correspondiente.
Frontispicio del Libro VIII de las *Secciones cónicas* de Apolonio de Perge editados y traducidos por Edmund Halley en Oxford Press en 1710. The New York Public Library Digital Collections, dominio público.

La eolípila fue la primera máquina de vapor de la historia. El fuego calentaba el agua del recipiente y el vapor generado llegaba hasta la esfera superior. La disposición de los dos tubos de escape hacía girar la esfera. El inventor de la máquina fue Herón de Alejandría, en el siglo I, pero la utilizó como un simple artefacto curioso para llamar la atención de sus contemporáneos.
Ilustración de la eolípila de Herón de Alejandría, extraída del *Knight's American Mechanical Dictionary,* 1876.

El pintor holandés Pieter Lastman recreó en 1622 la escena descrita en una de las *Cartas pseudo-hipocráticas* que narra el supuesto encuentro entre Hipócrates y Demócrito. Los habitantes de Abdera, alarmados por la actitud del filósofo —que, despreciando todo tipo de bienes materiales, no paraba de reír—, creían que estaba loco y pidieron opinión a Hipócrates. Tras su examen, el médico concluyó: «No está loco, sino que es un sabio».

Pieter Lastman, *Hipócrates visitando a Demócrito*. Palais des Beaux-Arts de Lille.

La última representante de la ciencia en el mundo clásico fue Hipatia, matemática y astrónoma. En *La escuela de Atenas*, Rafael la sitúa en el grupo formado por Parménides, Heráclito y Pitágoras.
Detalle de *La escuela de Atenas*, de Rafael Sanzio. Museos Vaticanos.

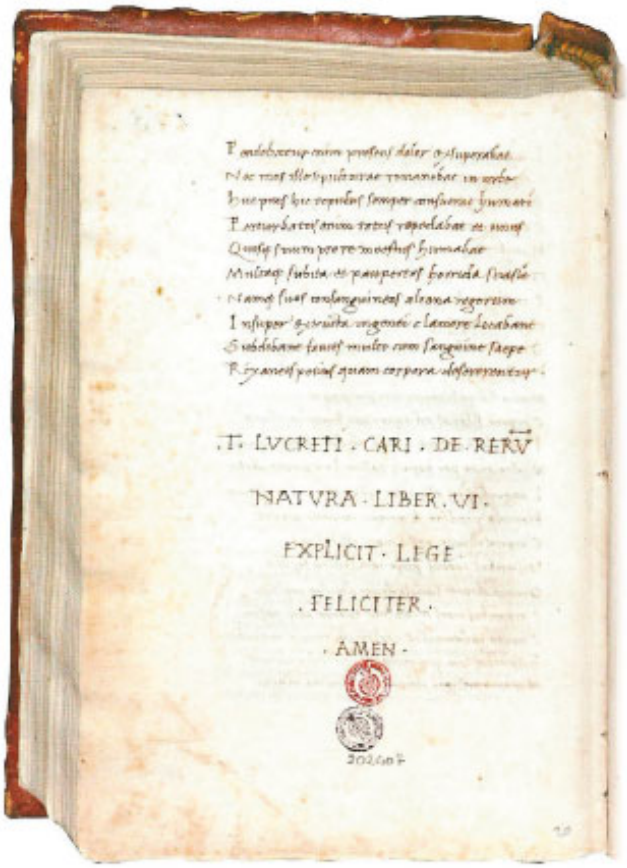


Hipatia murió trágicamente a manos de hordas cristianas que trataban de destruir cualquier vestigio de cultura pagana, lo que ha dado a su figura un aura de leyenda que se ha perpetuado hasta nuestros días. Dibujo anónimo del siglo XIX.
Dibujo anónimo del siglo XIX.

Ya fuera en los *scriptoria* o en sus propias celdas, los monjes bizantinos de los siglos IX y X produjeron las últimas copias de los textos científicos griegos. En los tres siglos siguientes, muchas de ellas fueron borradas y sus pergaminos reutilizados para escribir libros de salmos o de oficios religiosos. En la imagen, *scriptorium* mozárabe de San Salvador de Tábara, siglo X.
Iluminación que representa el *scriptorium* en la torre del monasterio de San Salvador de Tábara, en la provincia de Zamora. Incluida en el códice del siglo X conocido como *Beato de Tábara*.

En este códice leyeron sus salmos (líneas horizontales) sucesivos monjes antes de que quedara olvidado en las polvorientas estanterías de un monasterio. Hasta que un día un espíritu curioso advirtió que viejas líneas de palabras difuminadas y en lengua diferente (líneas verticales), ilustradas a veces con esquemas geométricos, se cruzaban perpendiculares a los salmos y hablaban de ciencia. El palimpsesto ocultaba, entre otras obras, el único ejemplar existente del *Método* de Arquímedes, al que su autor se refirió en varias ocasiones y del que se sentía orgulloso. La imagen ha sido tratada para resaltar la escritura más antigua. Página del *Palimpsesto de Arquímedes.* Museo Walters, en Baltimore, Maryland. C. C.

Esta ilustración de un manuscrito de los *Elementos* de Euclides pone de manifiesto la existencia en la Época Medieval de mujeres matemáticas, aunque no conozcamos sus nombres. Los *Elementos* se recuperaron para la cultura occidental a comienzos del siglo XII a partir de una traducción del árabe al latín.
Detalle de una iluminación del siglo XIV al comienzo de los *Elementos de Euclides*, en una traducción atribuida a Adelardo de Bath.



T. LVCRETI . CARI . DE . RERV

NATVRA . LIBER . VI .

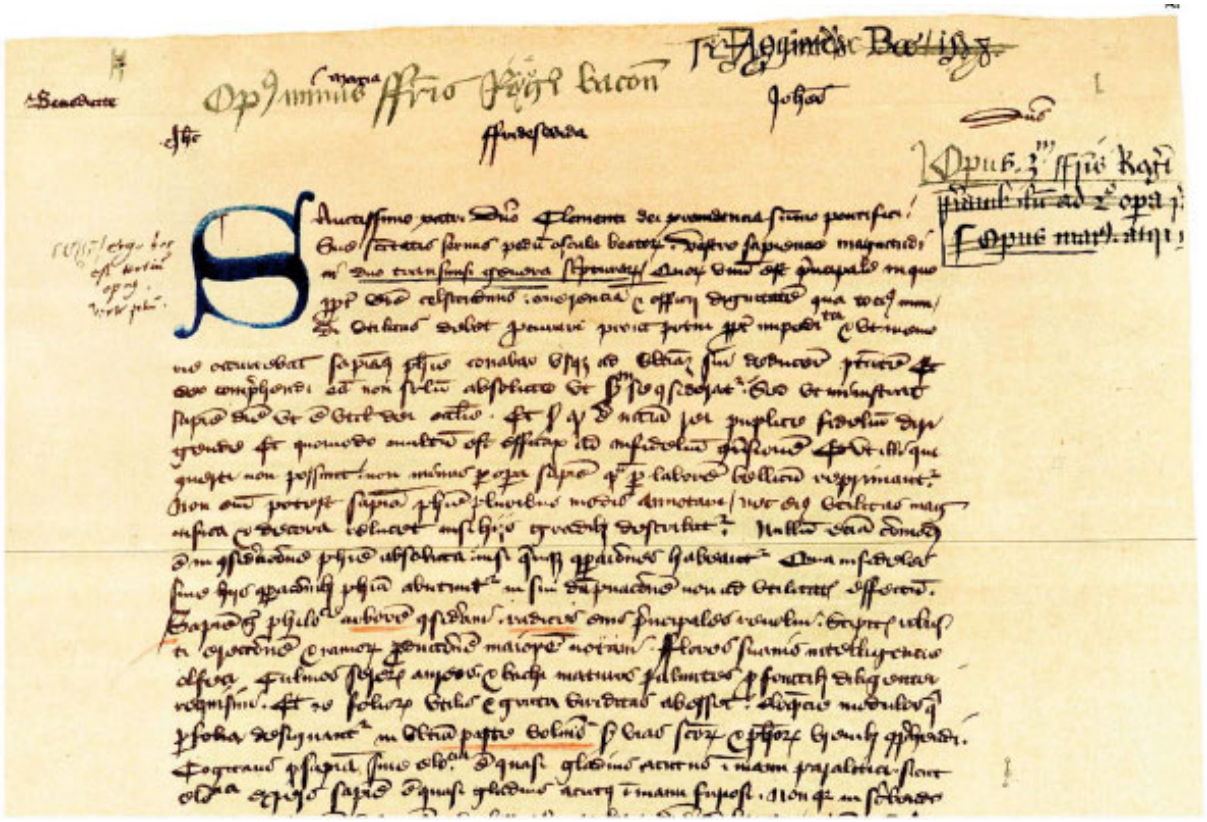
EXPLICIT . LEGE

. FELICITER .

. AMEN .

El libro de Lucrecio, *De rerum natura*, se había perdido como tantos otros de la Antigüedad clásica. En el siglo XIII el humanista Poggio localizó un ejemplar en un monasterio alemán. Mandó hacer una copia y se la envió a su amigo el también bibliófilo Niccolò Niccoli, el cual copió a su vez el manuscrito con su esmerada caligrafía y escribió al final: «*explicit*», para indicar que el texto estaba íntegro, y «*lege feliciter*», 'que lo disfrutes'.

Éxcipit de *De rerum natura*, transcrito por Niccolò Niccoli en el siglo XIII.

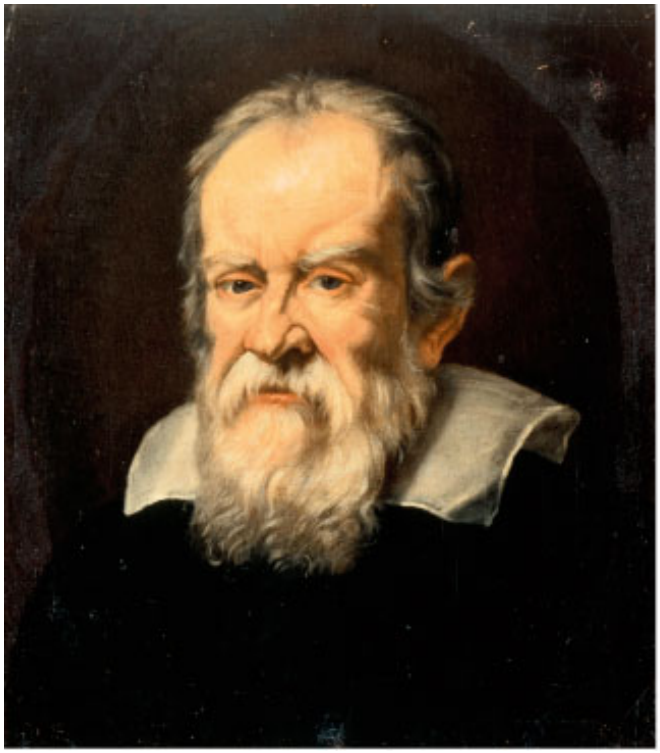


Primera página de la carta manuscrita que Roger Bacon envió al papa Clemente IV en 1267 acompañando al libro que este le había solicitado. Bacon recogía en dicho libro el saber de su tiempo junto con sus propias aportaciones y consideraciones, que sus coetáneos religiosos consideraban altamente peligrosas. El documento está recogido en la introducción de la edición de la obra de Bacon que hizo Brewer en 1859.

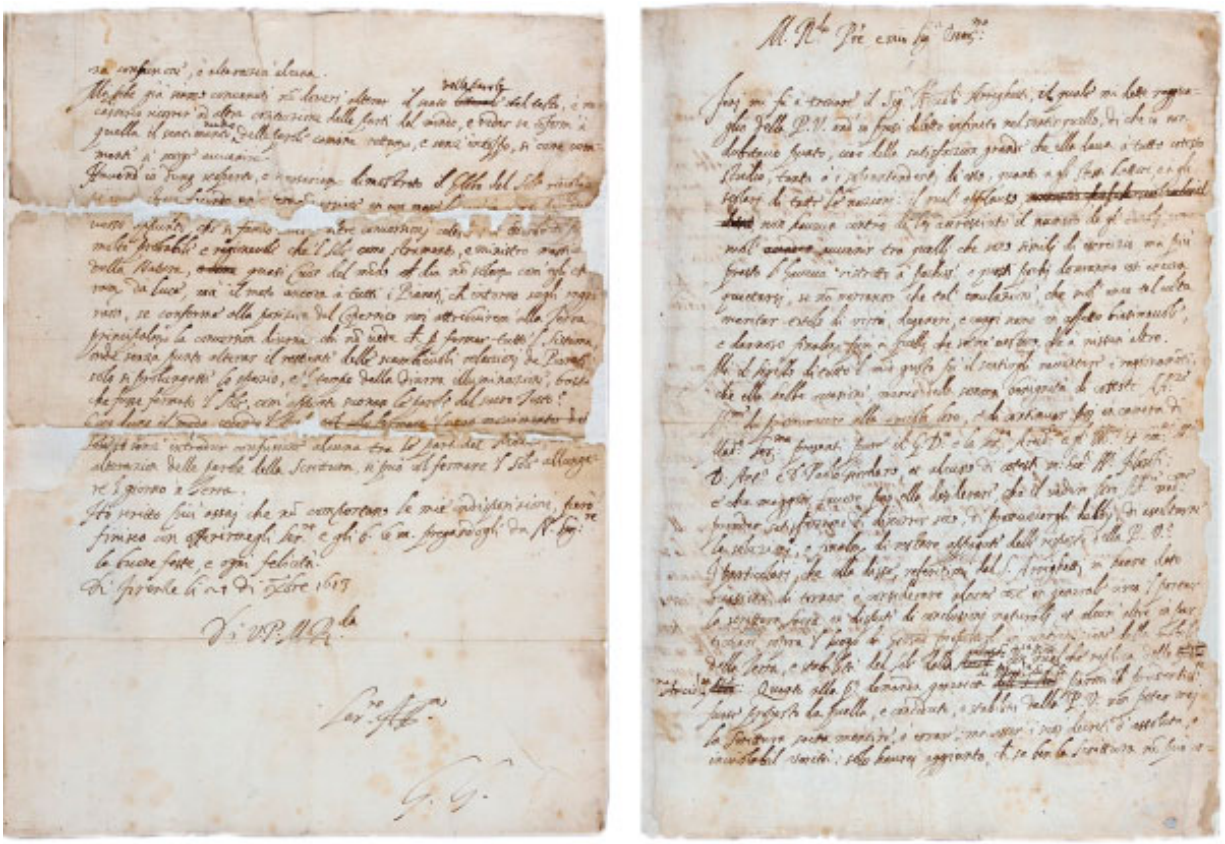
Carta manuscrita de Roger Bacon a Clemente IV de 1267.

Oxford conservó durante mucho tiempo el estudio en el que trabajaba Roger Bacon, a orillas del Támesis, en el extremo de un puente de madera llamado Folly Bridge. Se cuenta que en la época de la Ilustración los científicos acudían a visitar el estudio y a honrar a su predecesor. A finales del siglo XVIII el puente había sido sustituido por uno de piedra y el estudio se demolió para ensanchar una carretera. En 1797 un joven Turner pintó a partir de un grabado anterior el cuadro titulado *Folly Bridge and Bacon's Tower*, actualmente en la Tate Britain.

J. M. W. Turner, *Folly Bridge and Bacon's Tower,* pintado a partir de un grabado anterior. Tate Britain.



Galileo Galilei pintado por Francesco Boschi. A la derecha, manuscrito de Galileo con los dibujos de la Luna observada a través de su telescopio, que se publicaron en 1610 en su obra *Siderus Nuncius* o *El mensajero sideral*.
Izquierda: Francesco Boschi, *Retrato de Galileo Galilei*. Versalles, Musée national des châteaux de Versailles et de Trianon.
Derecha: Manuscrito de Galileo con sus dibujos de la Luna incluidos en *Siderus Nuncius,* 1610.

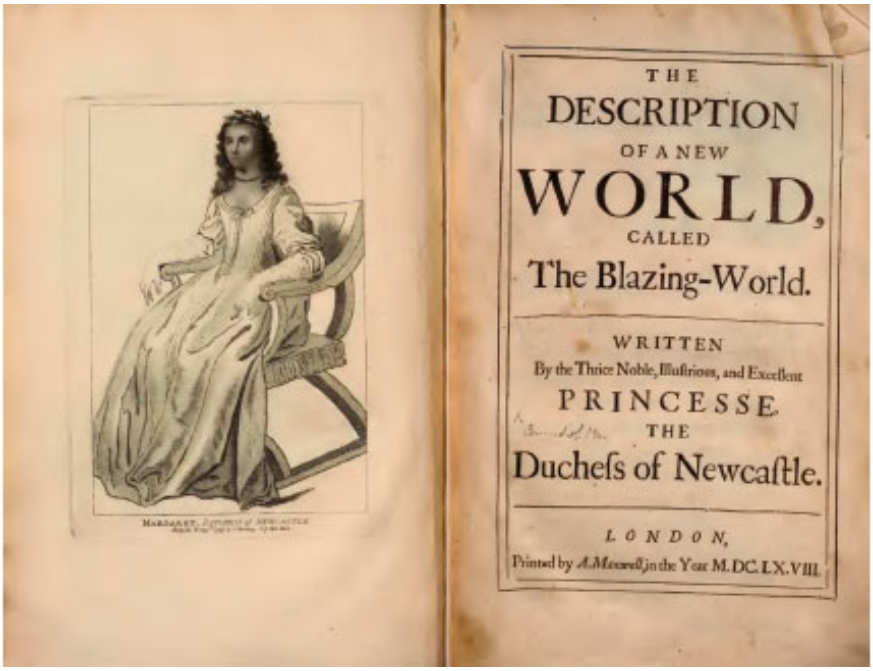


A la izquierda, carta que Galileo envió a su amigo Benedetto Castelli en diciembre de 1613, en la cual defiende que la teoría copernicana no se opone a las Sagradas Escrituras. En 1615 alguien hizo llegar una copia de dicha carta al papado y Galileo, al conocer el hecho, envió a Roma la carta que aparece a la derecha y que presentó como la versión correcta de la primera, atenuando algunas de sus afirmaciones. Ambas misivas se encuentran actualmente en el archivo de la Royal Society en Londres.

Izquierda: Carta de Galileo a Benedetto Castelli en diciembre de 1613. Royal Society en Londres.

Derecha: Versión de 1615 de la carta de Galileo a Benedetto Castelli. Royal Society en Londres.

El impacto de las teorías heliocéntricas fue tal que en el siglo XVII muchas personas se aficionaron a la astronomía. Esto tuvo su reflejo en el arte, como lo muestran estos ejemplos de cuadros pintados en un corto intervalo de tiempo. De izquierda a derecha y de arriba abajo: José de Ribera, *El Astrónomo*, 1638; Gerrit Dou, *Astrónomo a la luz de las velas*, 1665; Johannes Vermeer, *El Astrónomo*, 1668; Olivier van Deuren, *Un joven astrónomo*, 1685.
Arriba, izda.: José de Ribera, *El Astrónomo*, 1638.
Arriba, dcha.: Gerrit Dou, *Astrónomo a la luz de las velas,* 1665. Getty Center, Los Ángeles.
Abajo, izda.: Johannes Vermeer, *El Astrónomo,* 1668. Museo del Louvre, París.
Abajo, dcha.: Olivier van Deuren, *Un joven astrónomo*, 1685.

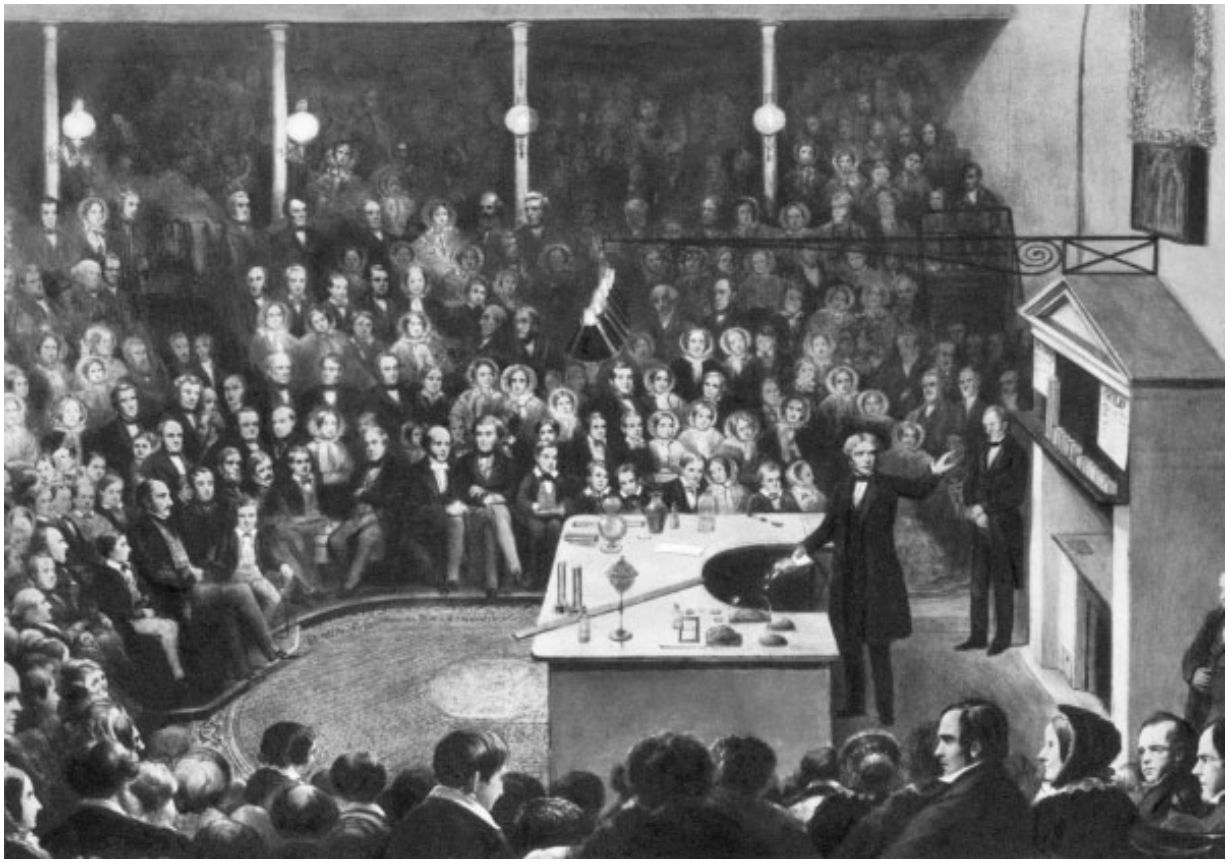


Margaret Cavendish en el frontispicio de su novela de ciencia ficción *The Blazing World*. La multifacética autora nunca aceptó la costumbre de su época de que las escasas mujeres que escribían lo hicieran de forma anónima o con el eufemismo «*by a lady*». No solo ponía su nombre, sino que se identificaba como la «tres veces noble, ilustre y excelente princesa, la duquesa de Newcastle». Y, por si quedaba alguna duda, añadía su retrato.
Frontispicio de *The Blazing World* (1666), de Margaret Cavendish.

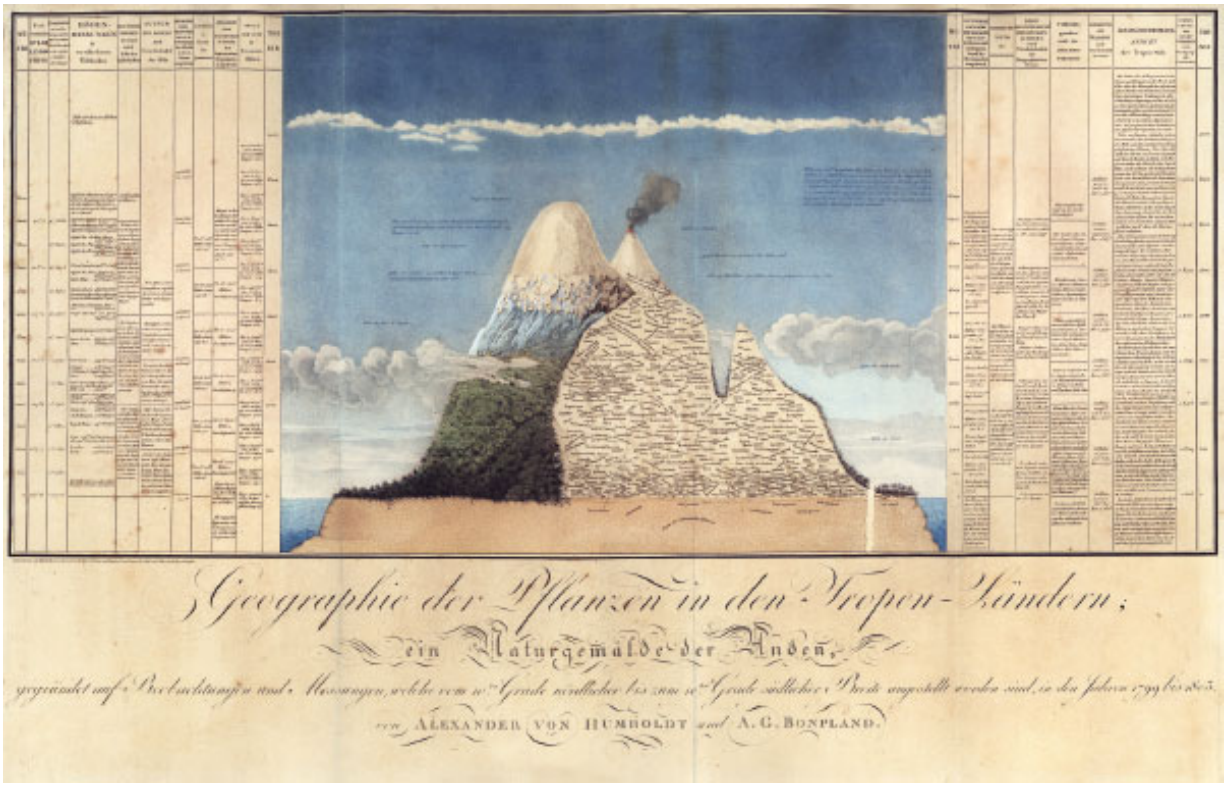
A la izquierda, grabado que muestra a un joven Isaac Newton dispersando un rayo de luz solar mediante un prisma. A partir de una pintura de J. A. Houston, 1879. A la derecha, su casa familiar y lugar de nacimiento, en Woolsthorpe. Fue allí donde, durante los dos años en que la Universidad de Cambridge estuvo cerrada como consecuencia de una epidemia de peste, un Newton de veintidós años hizo los hallazgos más importantes de su carrera científica.

Izquierda: Grabado de Isaac Newton a partir de una pintura de J. A. Houston, 1879.

Derecha: Grabado de la casa natal de Newton. Hulton Archive.



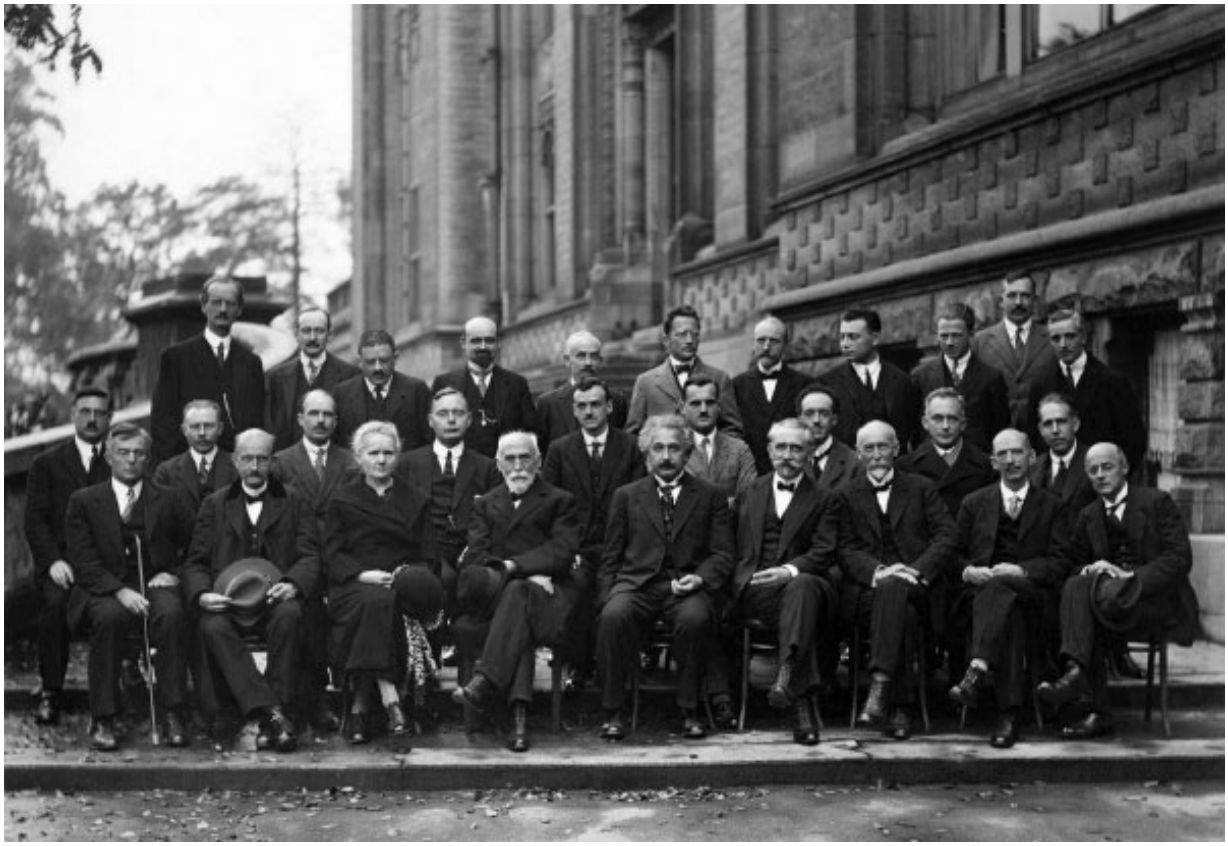
Las Conferencias de Navidad de la Royal Institution de Londres las inició Michael Faraday en 1825 y han continuado celebrándose hasta la actualidad con la única excepción de los años de la Segunda Guerra Mundial. Faraday, uno de los conferenciantes favoritos por la sencillez de sus exposiciones y el entusiasmo que transmitía, las impartió en diecinueve ocasiones. En la imagen, que corresponde al año 1856, llama la atención la cantidad de mujeres que asistían al acto.
Conferencia Faraday en la Royal Institution de Londres, en 1856. © Album / NYPL / Science Source.



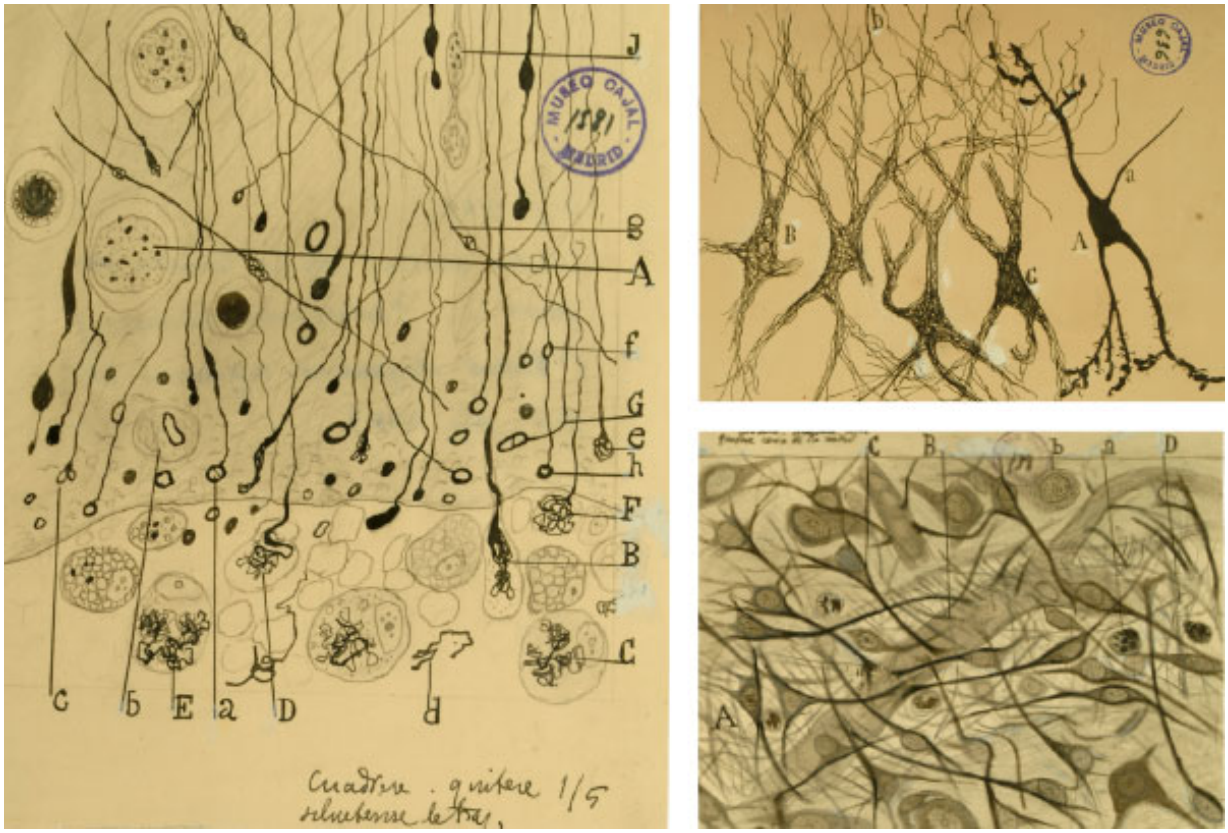
Humboldt cuenta que fue tras su ascenso al Chimborazo cuando las numerosas piezas del puzle que para él representaba la naturaleza parecieron encajar entre sí y proporcionarle una visión unitaria de esta. La idea era tan ambiciosa que quiso plasmarla en una pintura con sus correspondientes notas. Necesitó para ello un soporte de 90 × 60 cm y la llamó *Naturgemälde*, o «pintura de la naturaleza». Grabado publicado en 1806 por Alexander von Humboldt como parte del libro titulado *Ensayo sobre la geografía de las plantas.*

Con imágenes de resonancia magnética aplicadas al cráneo del paciente Phineas Gage, se pudo reconstruir en 1994 la lesión que una barra de hierro proyectada durante una explosión produjo en su cerebro en 1848 y que le causó alteraciones en su conducta social que nadie entonces podía explicar. El doctor John Harlow sí relacionó los síntomas de su paciente con su lesión cerebral y, al no ser escuchado por sus contemporáneos, conservó el cráneo en la Universidad de Harvard por si en un futuro podría ser de utilidad, como así ha ocurrido.

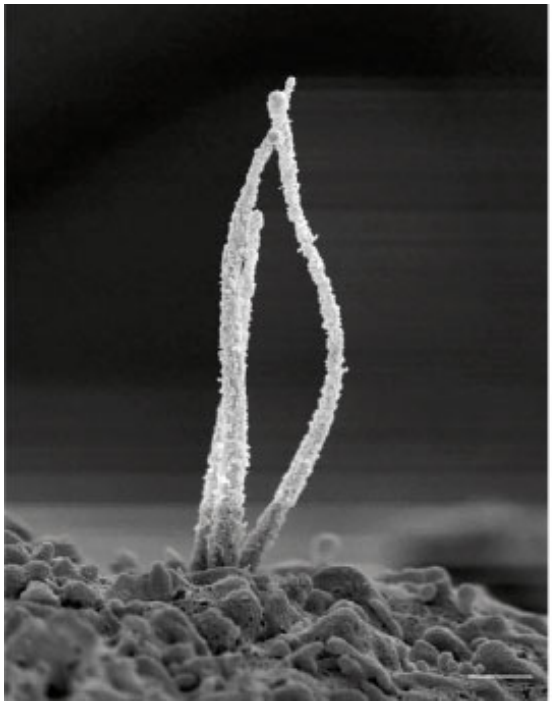
Imagen de resonancia magnética del cráneo del paciente Phineas Gage, conservado en la Universidad de Harvard.

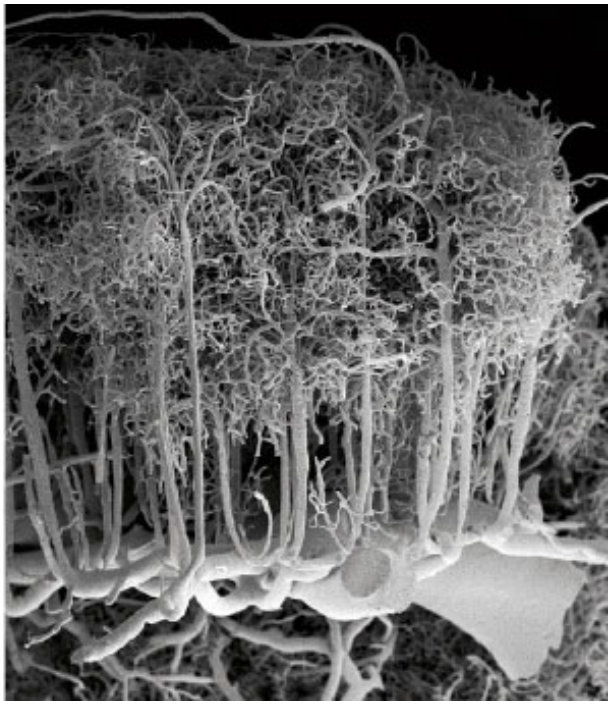


En la *Escuela de Atenas* de Rafael, Hipatia aparecía como la única mujer entre los sabios varones de la época clásica. Muchos siglos más tarde, en una famosa fotografía, Marie Curie fue de nuevo la única mujer entre los científicos varones en el congreso Solvay de 1927 sobre mecánica cuántica. En la imagen se encuentran también Albert Einstein, Werner Heisenberg, Max Planck, Erwin Schrödinger y Niels Bohr, entre otros.
Congreso Solvay, 1927. Fotografía de Benjamin Couprie, Institut International de Physique Solvay, Bruselas.



Los dibujos en los que con paciencia infinita reproducía Santiago Ramón y Cajal las imágenes que observaba en su microscopio son un ejemplo magnífico de la emoción estética que puede producir a veces la ciencia. Legado Cajal (MNCN). Dibujos de Santiago Ramón y Cajal conservados en el archivo de Ramón y Cajal, referencias n.º 3471, 3553 y 3601. Instituto Cajal / CSIC, actualmente en el MNCN.

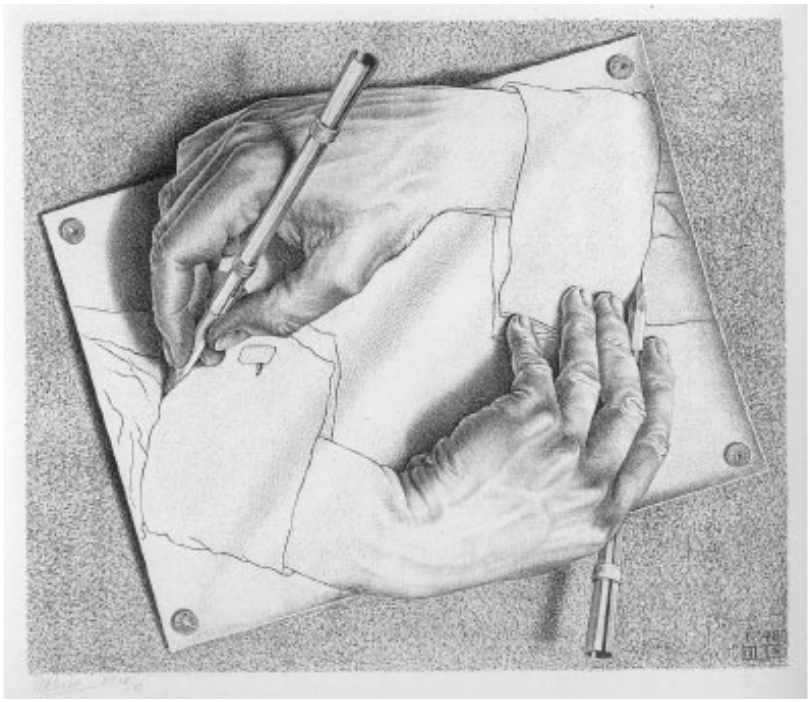




A la izquierda, tallos solitarios en una noche de luna… o cilios en la superficie de una célula pancreática a la que proporcionan sensibilidad. A la derecha, un bosquecillo de abedules secos... o molde de las pequeñas arterias y venas que surcan el interior de nuestro cerebro. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica de barrido.

Izquierda: Imagen de cilios en la superficie de una célula pancreática obtenida con microscopía electrónica de barrido, incluida en el estudio «Scanning electron microscopy of human islet cilia*»,* de Alexander J. Polino, Sanja Sviben, Isabella Melena, David W. Pistón y Jing W. Hughes.

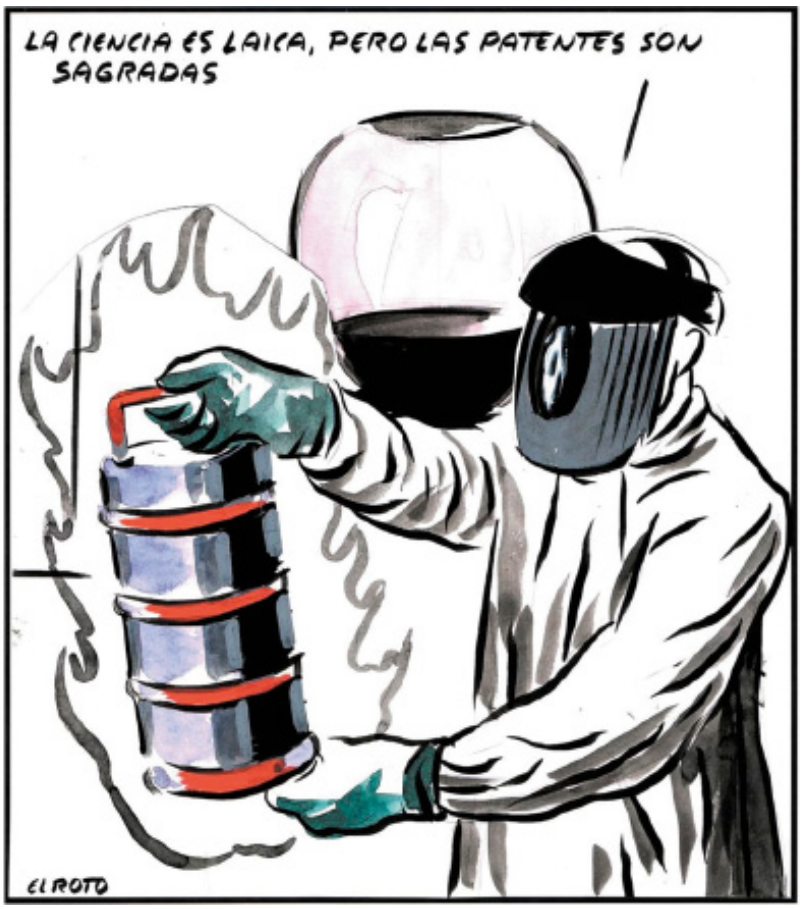
Derecha: Imagen de capilares en el cerebro obtenida con microscopía electrónica de barrido. Alfonso Rodríguez-Baeza y Marisa Ortega-Sánchez, 2009.



Manos dibujando, de M. C. Escher, 1948. Aunque probablemente Escher no hizo su dibujo con esa intención, esas manos que dibujan y son a su vez dibujadas por otras podrían muy bien simbolizar las relaciones que se establecen entre la ciencia y la cultura en cualquier sociedad humana.
M. C. Escher, *Manos dibujando.* Colección particular, Italia. All M. C. Escher works © 2021 The M. C. Escher Company.

Este fotograma de la película de Charles Chaplin *Tiempos modernos* (1936) representa bien cómo ciertos sectores de la sociedad percibieron los riesgos del triunfalismo tecnológico en la primera mitad del siglo XX.
Fotograma de *Tiempos modernos,* de Charles Chaplin, 1936.

La combinación de imágenes del telescopio James Webb y del observatorio de rayos X Chandra ha permitido identificar un agujero negro gigante en la galaxia UHZ1 (flecha). Es el agujero negro más distante (o antiguo) detectado hasta la actualidad. La fotografía muestra un momento en el cual el universo tenía el 3 por ciento de su edad actual, según el modelo del Big Bang. La imagen produce en el profano sentimientos encontrados: de una parte, el orgullo de haber desarrollado una tecnología que ha permitido este avance del conocimiento; de otra, la humildad que provoca la conciencia de nuestra insignificancia.
Combinación de imágenes del telescopio James Webb y del observatorio de rayos X Chandra, modificada por la autora.



La ciencia se desprendió de la creencia religiosa, pero se impregnó de los intereses económicos de la sociedad capitalista.
Viñeta de El Roto en *El País* del 6 de abril de 2021. ©El Roto, VEGAP, Madrid, 2021.

BIBLIOGRAFÍA

AIBAR, EDUARD, «Revoluciones industriales: un concepto espurio», *Oikonomics*, n.º 12 (noviembre de 2019), pp. 1-8, <https://oikonomics.uoc.edu/divulgacio/oikonomics/es/numero12/dossier/eaibar.html>.

ALTMAN, J., y G. D. DAS, «Autoradiographic and histological evidence of postnatal hippocampal neurogenesis in rats», *J. Comp. Neurol.*, vol. 124, n.º 3 (junio de 1995), pp. 319-335.

ANÓNIMO, *El poema de Gilgamesh*, ed. de Rafael Jiménez Zamudio, Madrid, Cátedra, 2015.

ANTÓN, JACINTO, «Humboldt, el genio romántico que anticipó el cambio climático», *El País*, 22 de septiembre de 2019, <https://elpais.com/elpais/2019/09/20/ideas/1568980684_909618.html>.

ARGULLOL, RAFAEL, *Maldita perfección. Escritos sobre el sacrificio y la celebración de la belleza*, Barcelona, Acantilado, 2013.

ARISTÓTELES, *Metafísica*, trad. de María Luisa Alía Alberca, Madrid, Alianza, 2008.

—, *Política*, trad. de Manuela García Valdés, Madrid, Gredos, 2004.

—, *Constitución de los atenienses*, trad. de Manuela García Valdés, Madrid, Gredos, 1995.

ARQUÍMEDES, *Método. Tratados II*, trad. de Paloma Ortiz García, Madrid, Gredos, 2009.

—, *Arenario. Tratados II*, trad. de Paloma Ortiz García, Madrid, Gredos, 2009.

—, *Sobre la cuadratura de la parábola*. *Tratados II*, trad. de Paloma Ortiz García, Madrid, Gredos, 2009.

—, *Sobre las espirales*. *Tratados II*, trad. de Paloma Ortiz García, Madrid, Gredos, 2009.

ATENEO DE NAUKRATIS, *El banquete de los eruditos*, libros XI-XIII, trad. Lucía Rodríguez-Noriega, Madrid, Gredos, 2014.

BACON, FRANCIS, *La gran restauración (Novum organum)*, trad., intr. y nn. de Miguel A. Granada, Madrid, Tecnos, 2011.

—, *Nueva Atlántida*, ed. de Emilio García Estébanez, Madrid, Akal, 2006.

BACON, ROGER, *Opus Majus*, Londres, Williams and Norgate, 1900.

BAILLET, ADRIEN, *Vie de Monsieur Descartes*, París, Daniel Horthemels, 1691, <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k75559n>.

BANCO MUNDIAL, «La riqueza mundial ha aumentado, pero a expensas de la prosperidad futura» [comunicado de prensa], 27 de octubre de 2021, <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2021/10/27/global-wealth-has-grown-but-at-the-expense-of-future-prosperity-world-bank>.

BAR-ON, YINON M., ROB PHILLIPS y RON MILO, «The biomass distribution on Earth», PNAS, vol. 115, n.º 25 (mayo de 2018), pp. 6506-6511.

BAUDELAIRE, CHARLES, *Las flores del mal*, ed. bilingüe de Alain Verjat y Luis Martínez de Merlo, Madrid, Cátedra, 2018.

BECQUEREL, HENRI, «Sur les radiations émises par phosphorescence», *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXXII, p. 420 (24 febrero de 1896), París, Gauthier-Villars, <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k30780/f422>.

—, «Sur les radiations invisibles émises par les corps phosphorescents», *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXXII, p. 501 (2 de marzo de 1896), París, Gauthier-Villars, <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k30780/f503>.

BERGEL, SALVADOR DARÍO, «Investigación científica y patentes: análisis ético-jurídico de sus relaciones», *Rev. bioét.*, vol. 22, n.º 3 (2014), pp. 416-426, <http://dx.doi.org/10.1590/1983-80422014223023>.

BERTALANFFY, LUDWIG VON, *Teoría general de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*, trad. de Juan Almela, México, Fondo de Cultura Económica, 1976.

BLASCO, LUCÍA, «¿Cómo se calcula el peso de todo lo que hay en el mundo? (y qué significa que lo hecho por los humanos pese más que los seres vivos)», BBC *News Mundo*, 13 de diciembre de 2020, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-55261363>.

BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, JOSÉ MARÍA, «Sinesio de Cirene, intelectual. La escuela de Hypatia en Alejandría», *Gerión. Revista de Historia Antigua*, n.º 22 (2004), pp. 403-419.

BOGDÁN, Á., A. D. GOULDING, P. NATARAJAN *et al.*, «Evidence for heavy-seed origin of early supermassive black holes from a $z \approx 10$ X-ray quasar», *Nat Astron* (2023), <https://doi.org/10.1038/s41550-023-02111-9>.

BORDERA, JUAN, y FERRAN PUIG VILAR, «"El crecimiento se va a detener, por una razón o por otra". Entrevista a Dennis Meadows», CTXT, n.º 286 (julio de 2022), <https://ctxt.es/es/20220701/Politica/40230/Dennis-Meadows-crecimiento-limites-colapso-crisis-ecologica-decrecimiento.htm>.

BORNMANN, L., R. HAUNSCHILD y R. MUTZ, «Growth rates of modern science: a latent piecewise growth curve approach to model publication numbers from established and new literature databases», *Humanities and Social Sciences Communications*, vol. 8, 224 (diciembre de 2021), <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00903-w>.

BOYLE, ROBERT, *El químico escéptico*, trad. de Natalia Pérez Galdós, Barcelona, Crítica, 2017.
BUCHANAN, ROBERT ANGUS, «History of technology», *Encyclopedia Britannica*, <https://www.britannica.com/technology/history-of-technology>.
BURANYI, STEPHEN, «Is the staggeringly profitable business of scientific publishing bad for science?», *The Guardian*, 27 de junio de 2017, <https://www.theguardian.com/science/2017/jun/27/profitable-business-scientific-publishing-bad-for-science>.
BURKERT, WALTER, *Homo Necans*, trad. de Marc Jiménez Buzzi, Barcelona, Acantilado, 2013.
CALVENTE, SOFÍA, «La crítica de Margaret Cavendish a la filosofía experimental a la luz de su metafísica», *Daimon. Revista Internacional de Filosofía*, n.º 89 (2023), pp. 99-116, <https://revistas.um.es/daimon/article/view/469741>.
CARRINGTON, DAMIAN, «Humans are just 0.01% of all life but have destroyed 83% of wild mammals — study», *The Guardian*, 21 de mayo de 2018, <https://www.theguardian.com/environment/2018/may/21/human-race-just-001-of-all-life-but-has-destroyed-over-80-of-wild-mammals-study?mc_cid=f1c8577ec0&mc_eid=694d1da176>.
CASTRO, NAZARET, «Una patente registrada en EEUU desata las alarmas entre los pequeños productores de panela en Colombia», *elDiario.es*, 15 de marzo de 2021, <https://www.eldiario.es/desalambre/patente-panela-levanta-polemica-productores-colombia_1_7310021.html>.
CAVENDISH, MARGARET, *Observations upon Experimental Philosophy*, intr. y ed. de Eileen O'Neill, Cambridge, Cambridge University Press, 2001.
—, *El mundo resplandeciente*, ed. y trad. de María Antònia Martí Escayol, Madrid, Siruela, 2017.
CERVANTES, MIGUEL DE, *Don Quijote de la Mancha*, Madrid, Alfaguara, 2004.
CHIERA, EDWARD, *They Wrote on Clay*, Chicago, The University of Chicago Press, 1966.
CICERÓN, *Disputaciones tusculanas*, trad. de Alberto Medina González, Madrid, Gredos, 2005.
CUNNING, DAVID, «Margaret Lucas Cavendish», *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta y Uri Nodelman (eds.), <https://plato.stanford.edu/archives/win2022/entries/margaret-cavendish/>.
CURIE, MARIE, *Pierre Curie* (incluye autobiografía), Nueva York, Macmillan, 1923, <https://archive.org/details/pierrecurie0000curi/page/n7/mode/2up?ref=ol&view=theater>.
—, *La radiologie et la guerre*, París, Librairie Félix Alcan, 1921, <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k67970j/f2.item>.
—, *The Discovery of Radium*, Ellen S. Richards Monographs 2, Nueva York, Vassar College, 1921, <https://en.wikisource.org/wiki/The_Discovery_of_Radium>.

DAMASIO, ANTONIO, *Descartes' Error. Emotion, Reason and the Human Brain*, Nueva York, G.P. Putnam's Sons, 1994. [Hay trad. cast.: *El error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano*, Barcelona, Crítica, 2010].

DAMASIO, H., T. GRABOWSKI, F. RANDALL, A. M. GALABURDA y A. R. DAMASIO, «The Return of Phineas Gage: Clues About the Brain from the Skull of a Famous Patient», *Science*, vol. 264, n.º 5162 (mayo de 1994), pp. 1102-1105.

DAMPIER, WILLIAM C., *A History of Science and Its Relations with Philosophy and Religion*, Cambridge, Cambridge University Press, 1929. [Hay trad. cast.: *Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión*, Madrid, Tecnos, 1986].

DARWIN, CHARLES, *El origen de las especies*, trad. de José Pérez Marco, Barcelona, Penguin Clásicos, 2019.

—, *El origen del hombre*, trad. de Joandomènec Ros, Barcelona, Crítica, 2021.

—, *El viaje del Beagle*, Barcelona, Labor, 1983.

DE SOUSA, MARIA CRISTINA DOS SANTOS, «Demócrito: o racionalismo como representação artística do mundo, segundo o filósofo Friedrich Nietzsche», *Kalagatos. Revista de Filosofía*, vol. 4, n.º 7 (2007), pp. 161-176.

DESCARTES, RENÉ, *Discours de la méthode*, París, Flammarion, 2008. [Hay trad. cast.: *Discurso del método*, trad. de Risieri Frondizi, Madrid, Alianza, 2011].

—, *Tratado del hombre*, ed. y trad. de Guillermo Quintas, Madrid, Editora Nacional, 1980.

DIODORO DE SICILIA, *Biblioteca histórica I*, trad. de Francisco Parreu Alasá, Madrid, Gredos, 2001.

DIÓGENES LAERCIO, *Vida de los filósofos ilustres*, trad. de Carlos García Gual, Madrid, Alianza, 2007.

DODDS, ERIC, *The Ancient Concept of Progress*, Oxford, Oxford University Press, 1985.

DZIELSKA, MARIA, *Hipatia de Alejandría*, trad. de José Luis López Muñoz, Madrid, Siruela, 2004.

EINSTEIN, ALBERT, «Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen», *Ann. Phys*., vol. 17, n.º 8 (1905), pp. 549-560.

—, y LEOPOLD INFELD, *La evolución de la física*, Barcelona, Salvat, 1986.

EPICURO, *Obras completas*, ed. y trad. de José Vara, Madrid, Cátedra, 2018.

ESQUILO, *Tragedias*, trad. de Enrique A. Ramos Jurado, Madrid, Alianza, 2017.

—, *Prometeo encadenado*, trad. de Ramón Irigoyen, Barcelona, Penguin Clásicos, 2015.

ESTRABÓN, *Geografía*, trad. de J. L. García Ramón y J. García Blanco, Madrid, Gredos, 1991.

EURÍPIDES, *Las suplicantes*, trad. de José Luis Calvo Martínez, Madrid, Gredos, 1985.

EVANS, ARTHUR, *The Palace of Minos at Knossos*, Londres, Macmillan, 1931, <https://archive.org/details/palaceofminoscom01evanuoft/page/n591/mode/2up>.
FARADAY, MICHAEL, *Experimental Researches in Chemistry and Physics*, Londres, Richard Taylor and William Francis, 1859, <https://openlibrary.org/books/OL6976494M/Experimental_researches_in_chemistry_and_physics>.
FARRINGTON, BENJAMIN, *Ciencia griega*, trad. de Elsa Nikos, Barcelona, Icaria, 1979.
FERRATÉ, JUAN, *Líricos griegos arcaicos*, Barcelona, Acantilado, 2000.
FINKEL, IRVING, «A join to the Map of the World: a notable discovery», *British Museum Magazine*, n.º 5 (1995), pp. 26-27.
FISHER, ELIZABETH, *Woman's Creation. Sexual Evolution and the Shaping of Society*, Nueva York, McGraw-Hill, 1975.
FONT, MARC, «Santiago Niño-Becerra: "Vamos hacia un nuevo modelo económico y el escenario será muy duro para la mayoría"», *Público*, 1 de mayo de 2022, <https://www.publico.es/entrevistas/santiago-nino-becerra-nuevo-modelo-economico-escenario-sera-duro-mayoria.html>.
GALILEO GALILEI, *Diálogo sobre los dos máximos sistemas, ptolemaico y copernicano*, trad. de Antonio Beltrán Marí, Madrid, Alianza, 2011.
—, *Carta a Cristina de Lorena*, trad. de Moisés González García, Madrid, Alianza, 2006.
GARBER, DANIEL, *Why the Scientific Revolution Wasn't a Scientific Revolution, and Why It Matters*, Chicago, Chicago University Press, 2016.
GELL-MANN, MURRAY, *El quark y el jaguar*, trad. de Ambrosio García, Barcelona, Tusquets, 1994.
GIDE, ANDRÉ, *Los alimentos terrenales*, trad. de María Concepción García-Lomas Pradera, Madrid, Alianza, 2015.
GOETHE, JOHANN WOLFGANG VON, *Poesía y verdad*, trad. de Rosa Sala, Barcelona, Alba, 2017.
GREENBLATT, STEPHEN, *El giro*, trad. de Joan Rabasseda y Teófilo de Lozoya, Barcelona, Crítica, 2012.
HAGVE, MARTIN, «The money behind academic publishing», *Tidsskriftet*, 24 de febrero de 2023, <https://tidsskriftet.no/en/2020/08/kronikk/money-behind-academic-publishing>.
HALLIDAY, THOMAS, *Otros mundos. Viaje por los ecosistemas extintos de la Tierra*, trad. de Joaquín Chamorro Mielke, Barcelona, Debate, 2022.
HAMBURGER, VIKTOR, y RITA LEVI-MONTALCINI, «The Path to the Discovery of Nerve Growth Factor», *Annual Review of Neuroscience*, vol. 24 (2001), pp. 551-600, <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.neuro.24.1.551#_i3>.

HARARI, YUVAL NOAH, *Sapiens. De animales a dioses*, trad. de Joandomènec Ros, Barcelona, Debate, 2015.
HERBIG, JOST, *La evolución del conocimiento*, trad. de Angela Ackermann Pilári, Barcelona, Herder, 2010.
HERÓDOTO, *Historia*, trad. de Manuel Balasch, Madrid, Cátedra, 1999.
HERRERO, YAYO, FERNANDO CEMBRANOS y MARTA PASCUAL RODRÍGUEZ, coords., *Cambiar de gafas para mirar al mundo*, Madrid, Libros en Acción, 2011.
HESÍODO, *Teogonía. Trabajos y días*, trad. de Adelaida Martín Sánchez y María Ángeles Martín Sánchez, Madrid, Alianza, 1993.
HEYCK, HUNTER, «Herbert A. Simon. A. M. Turing Award Laureate», <https://amturing.acm.org/award_winners/simon_1031467.cfm>.
HIGINIO, *Fábulas*, trad de Javier del Hoyo y Jose Miguel García Ruiz, Madrid, Gredos, 2009.
HOLBACH, BARÓN DE, *Sistema de la naturaleza*, trad. de Nerina Bacín, José Manuel Bermudo, Miguel Estapé y Alin Slom, Pamplona, Laetoli, 2008.
HOMERO, *Ilíada*, trad. de Emilio Crespo, Madrid, Gredos, 2010.
—, *Odisea*, trad. de Carlos García Gual, Madrid, Alianza, 2005.
HUMBOLDT, ALEXANDER VON, *Cosmos. Ensayo de una descripción física del mundo*, trad. de Bernardo Giner y José de Fuentes, Madrid, Gaspar y Roig, 1874. <https://cvc.cervantes.es/ciencia/humboldt/default.htm>.
IVERSEN, LESLIE LARS, «Rita Levi-Montalcini: neuroscientist par excellence, PNAS, vol. 110, n.º 13 (marzo de 2013), pp. 4862-4863, <https://doi.org/10.1073/pnas.1301976110>.
JHA, ALOK, «Isaac Newton's falling apple tale drops into the web», *The Guardian*, 18 de enero de 2010, <https://www.theguardian.com/science/2010/jan/18/issac-newton-apple-web>.
KAIRA, LLARI, y JOONA-HERMANNI MÄKINEN, «Finlandia tiene una vacuna para la COVID desde hace nueve meses y optó por la 'Big Pharma'», CTXT, n.º 270 (marzo de 2021), <https://ctxt.es/es/20210301/Politica/35342/Vacuna-covid-Finlandia-Big-pharma-financiacion-ayudas-publicas-patentes.htm>.
KNOLL, ANDREW H., «Lynn Margulis, 1938-2011», PNAS, vol. 109, n.º 4 (enero de 2012), p. 1022, <https://doi.org/10.1073/pnas.1120472109>.
LAMBERT-TAFFOUREAU, PAULINE, «Le Livre du ciel et du monde de Nicole Oresme», *Florilegium,* vol. 31 (2014), pp. 77-103, <https://utpjournals.press/doi/10.3138/flor.31.04>.
LANGLEY, LIZ, «Así funciona la ecolocalización, el sónar de la naturaleza», *National Geographic* (4 de febrero de 2021), <https://www.nationalgeographic.es/animales/2021/02/asi-funciona-la-ecolocalizacion-el-sonar-de-la-naturaleza>.
LE GUIN, URSULA K. [1986], «The carrier bag theory of fiction», en *Dancing at the Edge of the World*, Nueva York, Grove Press, 1989, pp. 165-170. [Hay trad.

cast.: «La teoría de la ficción como bolsa de transporte», trad. de Juan Cruz del Arco, <http://filosofiacontemporaneaunlp.blogspot.com/>].
LEPENIES, PHILIPP H., «Of goats and dogs: Joseph Townsend and the idealization of markets. A decisive episode in the history of economics», *Cambridge J. of Economics*, vol. 38, n.º 2 (marzo de 2014), pp. 447-457.
LEVI-MONTALCINI, RITA, *Elogio de la imperfección*, trad. de Luis Bredlow, Barcelona, Ediciones B, 1999.
LITRÉE, ÉMILE, *Oeuvres complétes d'Hippocrate*, vol. 9, J. B. Baillière et fils, París, 1861. [Hay trad. cast. de la carta de Hipócrates a Damageto en *Tratado de la risa*, trad. de Julián Mateo Ballorca, Madrid, Asociación Española de Neuropsiquiatría, 2002].
LIZCANO, EMMÁNUEL, «La ideología científica», *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas* (s. f.), <https://theoria.eu/nomadas/0/elizcano.pdf>.
LUCRECIO, *De la naturaleza*, trad. de Valentí Fiol, Barcelona, Acantilado, 2012; *De la naturaleza de las cosas*, trad. del Abate Marchena, Madrid, Cátedra, 1983.
MANSFIELD, DANIEL F., y NORMAN WILDBERGER, «Plimpton 322 is Babylonian exact sexagesimal trigonometry», *Historia Mathematica*, vol. 44, n.º 4 (noviembre de 2017), pp. 395-419, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0315086017300691>.
MARTÍN HERNÁNDEZ, RAQUEL, *La ciencia de Orfeo*, Madrid, Antígona, 2015.
MARX, KARL, *Diferencia de la filosofía de la naturaleza en Demócrito y en Epicuro*, trad. de Miguel Candel, Madrid, Biblioteca Nueva, 2012.
MAZZUCATO, MARIANA, *El Estado emprendedor. La oposición público vs. privado y sus mitos*, trad. de Javier Sanjulián y Sole del Barrio, Madrid, Taurus, 2022.
MEADOWS, DONELLA, DENNIS MEADOWS, JORGEN RANDERS y WILLIAM BEHRENS III, *Los límites del crecimiento,* trad. de M.ª Soledad Loaeza de Graue, México*,* Fondo de Cultura Económica, 1972.
MENÉNDEZ DÍAZ, JOSÉ ÁNGEL, «Una breve historia del origen de las patentes», *Patentes increíbles*, 2016, <https://digital.csic.es/handle/10261/170868>.
MERCHANT, CAROLYN, *La muerte de la naturaleza*, trad. de Maria Antònia Martí Escayol, Granada, Comares, 2020.
MONOD, JACQUES, *El azar y la necesidad*, trad. de Francisco Ferrer Lerín, Barcelona, Tusquets, 2016.
MUMFORD, LEWIS, *El mito de la máquina*, trad. de Arcadio Rigodón, Logroño, Pepitas de Calabaza, 2013.
NETZ, R., W. NOEL, N. TCHERNETSKA y N. WILSON, eds., *The Archimedes Palimpsest*, Cambridge, Cambridge University Press, 2011.
NEWTON, ISAAC, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Nueva York, Daniel Adee, 1846. [Hay trad. cast.: *Principios matemáticos de la filosofía natural*, trad. de Eloy Rada García, Madrid, Alianza, 2022].

NIETO, CARLOS, *La religión contingente*, Oviedo, Nobel, 2013.
NIETZSCHE, FRIEDRICH, *El nacimiento de la tragedia*, trad. de Andrés Sánchez Pascual, Madrid, Alianza, 2012.
NIKIU, JUAN, *Crónica*, trad. al francés por H. Zotenberg, París, Imprimerie Nationale, 1883, <http://remacle.org/bloodwolf/historiens/jeannikiou/table.htm>.
NIXEY, CATHERINE, *La edad de la penumbra*, trad. de Ramón González Férriz, Madrid, Taurus, 2018.
NOWOTNY, HELGA, PETER SCOTT y MICHEL GIBBONS, *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, Nueva York, Wiley, 2001.
Nueva Biblia española, trad. de los textos originales dirigida por Luis Alonso Schökel y Juan Mateos, Madrid, Cristiandad, 1990.
O'CONNOR, M. R., *Wayfinding: The Science and Mystery of How Humans Navigate the World*, Nueva York, St. Martin's Press, 2019.
OLALLA, PEDRO, *Palabras del Egeo*, Barcelona, Acantilado, 2022.
OROSIO, PAULO, *Historias contra los paganos*, trad. de E. Sánchez Salor, Madrid, Gredos, 1982.
OPPENHEIMER, ROBERT, ENRICO FERMI *et al.*, *Hombre y ciencia. Un desafío al mundo*, trad. de Lidia Galante y Héctor Catalano, Madrid, Espasa Calpe, 1950.
OSSENDRIJVER, MATHIEU, «Ancient Babylonian astronomers calculated Jupiter's position from the area under a time-velocity graph», *Science*, vol. 351, n.º 6272 (enero de 2016), pp. 482-484.
OTERO MALDONADO, JORGE, «Juan Torres López: "La subida del precio de la luz es consecuencia de una mentira"», *Público*, 29 de octubre de 2021, <https://www.publico.es/entrevistas/juan-torres-subida-precio-luz-consecuencia-mentira.html>.
OVIDIO, *Metamorfosis*, ed. de Elisa Martín, Madrid, Cátedra, 2021.
—, *Tristes. Pónticas*, trad. de José González Vázquez, Madrid, Gredos, 1992.
PACCHIONI, GIANFRANCO, *La ciencia en la encrucijada. Entre pasión intelectual y mercado*, trad. de Andrea Saavedra, Madrid, Alianza, 2021.
PEPYS, SAMUEL, *Diarios (1660-1669)*, trad. de Norah Lacoste y Victoria León Varela, Sevilla, Renacimiento, 2014.
PESTRÉ, DOMINIQUE, *Science, argent et politique*, INRA, 2003.
PETZINGER, GENEVIEVE VON, *Por qué estos 32 símbolos se encuentran en cuevas antiguas por toda Europa* [vídeo], TED Conferences, agosto de 2015, <https://www.ted.com/talks/genevieve_von_petzinger_why_are_these_32_symbols_found_in_ancient_caves_all_over_europe?language=es>.
PFEIFFER, RUDOLF, *Historia de la Filología Clásica*, trad. de Justo Vicuña y M.ª Rosa Lafuente, Madrid, Gredos, 1981.
PLATÓN, *Fedón,* en *Diálogos III*, trad. de Carlos García Gual, Madrid, Gredos, 2020.
—, *Protágoras*, en *Diálogos I*, trad. de Carlos García Gual, Madrid, Gredos, 2019.

—, *Hipias Mayor*, *Diálogos I*, trad. de J. Calonge, Madrid, Gredos, 2019.
PLINIO EL VIEJO, *Historia natural VII*, trad. de Encarnación del Barrio Sanz, Madrid, Gredos, 2003.
PLUTARCO, «Vida de Marcelo», en *Vidas paralelas*, vol. III, trad. de Jorge Bergua Cavero, Madrid, Gredos, 2006.
—, «Vida de Antonio», en *Vidas paralelas*, vol. VII, trad. de Juan Pablo Sánchez Hernández y Marta González González, Madrid, Gredos, 2009.
—, «Sobre la cara visible de la luna», en *Obras morales y de costumbres (Moralia)*, vol. IX, trad. de Vicente Ramón Palerm, Madrid, Gredos, 2002.
POLANYI, KARL, *La gran transformación*, trad. de Julia Varela y Fernando Álvarez-Uría, Barcelona, Virus, 2016.
POLYCHRONIOU, C. J. «Noam Chomsky Speaks on What ChatGPT Is Really Good For» (entrevista), *Common Dreams* (mayo de 2023), <https://www.commondreams.org/opinion/noam-chomsky-on-chatgpt>. [Hay trad. cast.: «"No creo que se puedan controlar las amenazas de la tecnología avanzada"», CTXT, n.º 296 (mayo de 2023), <https://ctxt.es/es/20230501/Politica/42967/Polychroniou-Common-Dreams-Chatgpt-Chomsky-chatbot-OpenAI.htm>].
PORFIRIO, *Sobre la abstinencia*, trad. de Miguel Periago Lorente, Madrid, Gredos, 1984.
ROHRLICH, FRITZ, *From Paradox to Reality. Our Basic Concepts of the Physical World*, Cambridge, Cambridge University Press, 1987.
ROVELLI, CARLO, *La realidad no es lo que parece*, trad. de Juan Manuel Salmerón Arjona, Barcelona, Tusquets, 2015.
SABATER I PI, JORDI, *Etología de la vivienda humana. De los nidos de gorilas y chimpancés a la vivienda humana*, Barcelona, Labor, 1985.
—, *El chimpancé y los orígenes de la cultura*, Barcelona, Anthropos, 1992.
SACKS, OLIVER, JONATHAN MILLER, STEPHEN J. GOULD, DANIEL J. KEVLES y RICHARD C. LEWONTIN, *Historias de la ciencia y del olvido*, trad. de Catalina Martínez Muñoz, Madrid, Siruela, 1996.
SAGAN, CARL, *Un punto azul pálido*. *Una visión del futuro humano en el espacio*, Barcelona, Planeta, 1995.
SÁNCHEZ CABALLERO, DANIEL, «Neoliberalismo, burocracia y Robert Maxwell: cómo las revistas científicas primaron el negocio sobre el saber», *elDiario.es*, 19 de febrero de 2023, <https://www.eldiario.es/sociedad/neoliberalismo-burocracia-robert-maxwell-revistas-cientificas-primaron-negocio_1_9952229.html>.
SANMARTÍN ESPLUGUES, JOSÉ, «La técnica y el proceso de humanización», *Investigación y Ciencia*, n.º 490 (2017), pp. 50-51.
SARTON, GEORGE, *Historia de la ciencia*, Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1965.

SCHAEFER, BRADLEY, «The latitude and epoch for the origin of the astronomical lore of Eudoxus», *Journal for the History of Astronomy*, vol. 35, n.º 2 (2004), pp. 161-224.
SCHILLER, FRIEDRICH, *Sobre poesía ingenua y poesía sentimental*, trad. de J. Probst y R. Lida, Madrid, Verbum, 1994.
SCHRÖDINGER, ERWIN, *Ciencia y humanismo*, trad. de Francisco Martín, Barcelona, Tusquets, 2009.
—, *La naturaleza y los griegos*, trad. de Víctor Gómez Pin, Barcelona, Tusquets, 2006.
SGARBI, MARCO, «Renaissance aristotelianism and the scientific revolution», *Physis. Rivista Internazionale di Storia della Scienza*, vol. LII (2017).
SHAPIN, STEVEN, *The Scientific Revolution*, Chicago, The University of Chicago Press, 1996. [Hay trad. cast.: *La revolución científica. Una interpretación alternativa*, trad. de José Romo Feito, Barcelona, Paidós, 2000].
SHELLEY, PERCY BYSSHE, *Prometeo liberado*, ed. y trad. de Alejandro Valero, Madrid, Hiperión, 1994.
SINESIO DE CIRENE, *Cartas*, trad. de Francisco Antonio García Romero, Madrid, Gredos, 1995.
SINGH, SIMON, «La batalla de la gravedad: Newton vs. Einstein», *El Viejo Topo* (31 de marzo de 2021), <https://www.elviejotopo.com/topoexpress/la-batalla-de-la-gravedad-newton-vs-einstein/>.
SNELL, BRUNO, *El descubrimiento del espíritu*, trad. de Joan Fontcuberta, Barcelona, Acantilado, 2007.
SÓFOCLES, *Antígona*, trad. de José María Lucas de Dios, Madrid, Alianza, 2017.
SPENCER, HERBERT, *The Principles of Biology*, Nueva York, Appleton, 1898.
—, *Principios de sociología*, trad. de Eduardo Cazorla, Madrid, Saturnino Calleja, 1883.
STENGERS, ISABELLE, *Otra ciencia es posible*. *Manifiesto por una desaceleración de las ciencias*, trad. de Víctor Goldstein, Barcelona, Ned, 2019.
—, *L'invention des sciences modernes*, París, Flammarion, 1995.
STIEGLER, BARBARA, «El joven Nietzsche y la ciencia: el caso de Demócrito», *Estudios Nietzsche*, n.º 8 (2008), pp. 119-131.
TALAVERA FERNÁNDEZ, PEDRO, «Kant y la idea del progreso indefinido de la humanidad», *Anuario Filosófico*, vol. 44, n.º 2 (2011), pp. 335-371.
TOMASI DI LAMPEDUSA, GIUSEPPE, *Relatos*, trad. de Ricardo Pochtar, Barcelona, Anagrama, 2020.
TOWNSEND, JOSEPH, *A Dissertation on the Poor Laws*, 1786, <https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/townsend/poorlaw.html>.
TRUFFAUT, FRANÇOIS, *El cine según Hitchcock*, trad. de Ramón Gómez Redondo, Ricardo Artola, Jos Oliver Hurtado y Miguel Rubio, Madrid, Alianza, 2010.

TSIKRITSIS, M., E. THEODOSIOU, V. N. MANIMANIS, P. MANTARAKIS y D. TSIKRITSIS, «A Minoan eclipse calculator», *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, vol. 13, n.º 1 (junio de 2013), pp. 265-275.
TUCÍDIDES, *Historia de la guerra del Peloponeso*, trad. de Antonio Guzmán Guerra, Madrid, Alianza, 2014.
TURING, A. M., «Computing Machinery and Intelligence», *Mind*, vol. 49, n.º 246, (1950), pp. 433-460.
VALDÉS, JUAN DE, *Diálogo de la lengua*, ed. de Cristina Barbolani, Madrid, Cátedra, 2006.
VITRUVIO, *Los diez libros de arquitectura*, trad. de José Luis Oliver Domingo, Madrid, Alianza, 1995.
VOLTAIRE, *Lettres philosophiques*, París, Gallimard, 1986. [Hay trad. cast.: *Cartas filosóficas*, trad., pról. y nn. de Graciela Isnardi, Buenos Aires, Losada, 2015].
VV. AA., *L'avenir du progrès*, serie Les entretiens de l'Institut Diderot, París, Institut Diderot, 2011.
VV. AA., *Filósofos presocráticos*, 3 vols., Madrid, Gredos, 1981.
WAGENSBERG, JORGE, *El pensador intruso*, Barcelona, Tusquets, 2014.
WALLACE, ALFRED, *Darwinism: An Exposition of the Theory of Natural Selection with Some of Its Applications*, Milán, Humboldt Publ. Co., 1889.
WALLACE, WILLIAM A., *Galileo and His Sources*. *Heritage of the Collegio Romano in Galileo's Science*, New Jersey, Princeton University Press, 1984.
—, *Galileo, the Jesuits, and the Medieval Aristotle*, Londres, Routledge, 1991.
WHITAKER, KATIE, *Mad Madge: The Extraordinary Life of Margaret Cavendish, Duchess of Newcastle, the First Woman to Live by Her Pen*, Nueva York, Basic Books, 2002.
WHITFIELD, BRYAN, «The beauty of reasoning: A reexamination of Hypatia of Alexandria», *The Mathematics Educator*, vol. 6, n.º 1 (1995), pp. 14-21.
WIENER, NORBERT, *Cybernetics. Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Cambridge, MIT Press, 2019.
WILLIAMS, JAMES, *Clics contra la humanidad*, trad. de Álex Gibert, Barcelona, Gatopardo, 2021.
WOOD, ELLEN MEIKSINS, *El origen del capitalismo. Una mirada a largo plazo*, trad. de Olga Abasolo, Madrid, Siglo XXI, 2021.
WOOTTON, DAVID, *The Invention of Science. A New History of the Scientific Revolution*, Londres, Allen Lane, 2015. [Hay trad. cast.: *La invención de la ciencia. Una nueva historia de la revolución científica*, trad. de Joandomènec Ros, Barcelona, Crítica, 2020].
WULF, ANDREA, *La invención de la naturaleza*. *El nuevo mundo de Alexander von Humboldt*, trad. de María Luisa Rodríguez Tapia, Madrid, Taurus, 2016.

—, *Magníficos rebeldes. Los primeros románticos y la invención del yo*, trad. de Abraham Gragera, Madrid, Taurus, 2022.

WWF, *Informe planeta vivo, 2022. Hacia una sociedad con la naturaleza en positivo*, R. E. A. Almond, M. Grooten, D. Juffe Bignoli y T. Petersen, eds., WWF, Gland (Suiza), 2020, <https://wwfes.awsassets.panda.org/downloads/descarga_informe_planeta_vivo_2022.pdf>.

ZHITOMIRSKY, SERGEY, «Archaeoastronomy and Aratus' phaenomena», *Astronomical and Astrophysical Transactions*, vol. 15 (1998), pp. 293-294.

AGRADECIMIENTOS

Muchas personas han colaborado de un modo u otro en hacer posible este libro.

José Antonio Brieva, compañero de vida y profesión, con quien he mantenido durante muchos años una conversación inagotable sobre casi todos los temas que aquí se plantean.

Antonio Villalobo, científico con curiosidad universal, de quien he aprendido no solo bioquímica, sino también algo de astronomía o de las costumbres de las hormigas, entre otros temas. Tanto él como José Antonio han leído atentamente el manuscrito y sugerido correcciones. Muchas gracias a los dos.

Agradezco también la honesta opinión de Manuel Flores, dibujante y miembro del grupo de lectura de clásicos grecolatinos en el que participo, que leyó una versión preliminar y me señaló sus defectos. Gracias a Cecilia Nava, matemática, música y partícipe del mismo grupo, a quien consulté la expresión de algunos de los datos matemáticos que aparecen en el libro.

Muchas gracias a M.ª Dolores Muñoz Araujo, investigadora en neurociencia, por la lectura de algunos capítulos, su apoyo y su entusiasmo. Y a Esther Nieto, compañera de escrituras, por haber estado pendiente y no haber dejado de darme ánimo.

Este libro, probablemente, nunca habría sido escrito sin el acicate que han supuesto las casi continuas discusiones mantenidas a lo largo de años con Miguel Brieva sobre las diversas maneras de abordar el conocimiento del mundo. ¡Gracias, Miguel!

Gracias también a Diego Brieva por la seguridad y calidez que trasmite su cercanía, aunque las circunstancias no le hayan permitido últimamente estar presente cuando pretendía actuar como soporte familiar.

Agradezco mucho a Jesús Rocamora la atenta lectura que hizo de este libro, así como sus recomendaciones para hacerlo más ágil y más ameno.

Muchas gracias también a Mónica Carmona por la acogida que ha hecho a mis propuestas desde el principio y por su ayuda inestimable para orientarme en un mundo que me resultaba totalmente desconocido y extraño.

ÍNDICE CRONOLÓGICO

Solón de Atenas, 638-558 a. C.
Tales de Mileto, 624-546 a. C.
Anaximandro, 610-546 a. C.
Clístenes, 570-501 a. C.
Jenófanes de Colofón, 570- 475 a. C.
Pitágoras, 569-475 a. C.
Hecateo de Mileto, 550-476 a. C.
Escílax de Carianda, *c.* 540 a. C.
Heráclito de Éfeso, 540-480 a. C.
Esquilo, 526-456 a. C.
Alcmeón de Crotona, 500-450 a. C.
Anaxágoras, 500-428 a. C.
Sófocles, 496-406 a. C.
Heródoto, 484-425 a. C.
Leucipo, siglo V a. C.
Sócrates, 470-399 a. C.
Critias, 460-403 a. C.
Demócrito, 460-370 a. C.
Hipócrates, 460-370 a. C.
Jenofonte, 431-354 a. C.
Arquitas, 430-360 a. C.
Platón, 427-347 a. C.
Kidinnu, ? -330 a. C.
Eudoxo del Cnido, 390-337 a. C.
Heráclides del Ponto, 390-310 a. C.
Aristóteles, 384-322 a. C.
Teofrasto, 371-287 a. C.
Eudemo de Rodas, 370-300 a. C.
Beroso, *c.* 370-270 a. C.
Ptolomeo I Sóter, 367-283 a. C.
Nearco, 360-300 a. C.
Alejandro Magno, 356-323 a. C. (rey desde 336)
Pitias, ?-289 a. C.

Dicearco de Mesina, 355-285 a. C.
Epicuro, 341-270 a. C.
Estratón de Lámpsaco, 340-268 a. C.
Zenón de Citio, 336-264 a. C.
Euclides, 325-265 a. C.
Arato, 315-240 a. C.
Aristarco de Samos, 310-230 a. C.
Arquímedes, 287-212 a. C.
Filón de Bizancio, 280-220 a. C.
Eratóstenes, 276-194 a. C.
Apolonio de Perge, 262-190 a. C.
Filarco, *c.* 255-*c.* 215 a. C.
Polibio, 200-118 a. C.
Hiparco de Nicea, 190-120 a. C.
Cicerón, 106-43 a. C.
Lucrecio, 99-55 a. C.
Diodoro de Sicilia, 90-30 a. C.
Vitruvio, 75-15 a. C.
Estrabón, 63 a. C.-23
Tito Livio, 59 a. C.-17
Ovidio, 43 a. C.-17
Plinio el Viejo, *c*. 23 a. C.-79
Pablo de Tarso, *c*. 7-*c*. 67
Herón de Alejandría, 10-70
Plutarco, 48-120
Ptolomeo, 100-170
Marco Aurelio, 121-180
Galeno, 129-210
Sexto Empírico, 160-210
Plotino, 205-270
Eusebio de Cesarea, 263-339
Hipatia de Alejandría, 355-415
Orosio, Paulo, *c*. 383-*c.* 420
Proclo, 412-485
Boecio, *c*. 480-525
Gregorio de Tours, 538-594
Isidoro de Sevilla, 556-636
Hasan Ibn al-Haytham (Alhazen), 965-1040
Avicena, 980-1037
Averroes, 1126-1198
Grosseteste, Robert, 1168-1253
Albertus Magnus, 1193-1280
Bacon, Roger, 1214-1294

Tomás de Aquino, 1225-1274
Ockham, Guillermo de, 1285-1349
Nicolás de Oresme, 1323-1382
Gutenberg, 1400-1468
Leonardo da Vinci, 1452-1519
Erasmo, 1466-1536
Copérnico, 1473-1543
Lutero, 1483-1546
Servet, Miguel, 1509-1553
Telesio, Bernardino, 1509-1588
inicio de la Reforma, 1517
Vesalio, Andrés, 1514-1564
primera circunnavegación, 1522
Compañía de Jesús, 1539
Montaigne, Michel de, 1533-1592
Gilbert, William, 1544-1603
Concilio de Trento, 1545-1562
difusión de la imprenta, 1565
Brahe, Tycho, 1546-1601
Bruno, Giordano, 1548-1600
Compañía de las Indias Orientales, 1600
Bacon, Francis, 1561-1626
Galileo Galilei, 1563-1642
Kepler, Johannes, 1571-1630
Harvey, William, 1578-1657
Hobbes, Thomas, 1588-1679
Gassendi, Pierre, 1592-1655
Descartes, René, 1596-1650
Torricelli, Evangelista, 1608-1647
Pascal, Blaise, 1623-1662
Cavendish, Margaret, 1623-1673
Boyle, Robert, 1627-1691
Espinoza, Baruch, 1632-1677
Hooke, Robert, 1635-1703
Newton, Isaac, 1643-1727
Rosenhof, August von, 1705-1759
Châtelet de, Émilie, 1706-1749
Euler, Leonhard, 1707-1783
Baron de Holbach, 1723-1789
Kant, Immanuel, 1724, 1804
Coulomb, Charles-Augustin, 1736-1806
Townsend, Joseph, 1739-1816
Condorcet, Nicolas, 1743-1794

Lamarck, Jean-Baptiste, 1744-1829
Volta, Alessandro, 1745-1827
Goethe, Johan Wolfgang von, 1749-1832
Malthus, Thomas, 1766-1834
Dalton, John, 1766-1844
Marcet, Jane, 1769-1858
Humboldt, Alexander von, 1769-1859
Ampère, André-Marie, 1775-1836
Somerville, Mary, 1780-1872
Schiller, Friedrich, 1788-1805
Ohm, George, 1789-1854
Lyell, Charles, 1797-1875
Faraday, Michel, 1791-1867
Darwin, Charles, 1809-1882
Marx, Karl, 1818-1883
Harlow, John Martyn, 1819-1907
Engels, Friedrich, 1820-1895
Spencer, Herbert, 1820-1903
Mendel, Gregor, 1822-1884
Wallace, Alfred Russel, 1823-1913
Huxley, Thomas Henry, 1825-1895
Maxwell, James Clerk, 1831-1879
Verne, Julio, 1828-1905
Mendeléyev, Dmitri, 1834-1907
Edison, Thomas, 1847-1931
Becquerel, Henry, 1852-1908
Merezhkovski, Konstantín, 1855-1921
Tesla, Nicola, 1856-1943
Curie, Pierre, 1859-1906
Curie, Marie, 1867-1934
Leavitt, Henrietta, 1868-1921
Einstein, Albert, 1879-1955
Keynes, John, 1883-1946
Bohr, Niels, 1885-1962
Hubble, Edwin, 1889-1953
Koyré, Alexandre, 1892-1964
Lemaître, Georges, 1894-1966
Huxley, Aldous, 1894-1963
Chaplin, Charles, 1889-1977
Heisenberg, Werner, 1901-1976
Popper, Karl, 1902-1994
Lorenz, Konrad, 1903-1989
Orwell, George, 1903-1950

Levy Montalcini, Rita, 1909-2012
Monod, Jacques, 1910-1976
Turing, Alan, 1912-1954
Hodgkin, Alan, 1914-1998
Simon, Herbert A., 1916-2001
Bradbury, Ray, 1920-2012
Sabater i Pi, Jordi, 1922-2009
Kuhn, Thomas, 1922-1996
Chomsky, Noam, 1928
Gell-Mann, Murray, 1929-2019
Higgs, Peter, 1929
Fossey, Dian, 1932-1985
Goodall, Jane, 1934
Margulis, Lynn, 1938-2011
Montagnier, Luc, 1932-2022
Damasio, Antonio, 1944
Galdikas, Birutė, 1946
Pääbo, Svante, 1955

NOTAS

I
Las primeras huellas

1. UNA LARGA HISTORIA

[1]Véase Pedro Olalla, *Palabras del Egeo*, Acantilado, 2022.
[2]Los datos históricos que aparecen en este libro se limitan a la cultura occidental, para la que disponemos de información abundante y continuada; sin embargo, rasgos precoces de conocimientos científicos han aparecido también en las culturas china, mesoamericanas o polinesia.
[3]Elizabeth Fisher, *Woman's Creation. Sexual Evolution and the Shaping of Society*, McGraw-Hill, 1975.
[4]Ursula Le Guin [1986], «The carrier bag theory of fiction», en *Dancing at the Edge of the World*, Grove Press, 1989, pp. 165-170. [Hay trad. cast.: «La teoría de la ficción como bolsa de transporte», <http://filosofiacontemporaneaunlp.blogspot.com/>].
[5]En 1933, la Universidad Internacional Menéndez Pelayo se inauguró con un curso dictado por Ortega y Gasset sobre la técnica. En su introducción, afirmó rotundo: «Señores: sin la técnica el hombre no existiría ni habría existido nunca». Véase José Sanmartín Esplugues, «La técnica y el proceso de humanización», *Investigación y Ciencia*, n.º 490, julio 2017, pp. 50-51.
[6]Lewis Mumford, *El mito de la máquina*, Pepitas de Calabaza, 2013.
[7]El Premio Nobel de Medicina 2022 fue concedido a Svante Pääbo, que secuenció el genoma de los neandertales y demostró que se mezclaron con los sapiens europeos hace 60.000-50.000 años.
[8]En el yacimiento israelí de Gesher Benot Ya'aqov se han encontrado restos de fuego junto a semillas, trozos de madera quemados y pedernal distribuidos en distintos puntos de la cueva, como si se tratara de hogares, lo que atestigua que se trata de fuego controlado y no fruto del azar. De la misma época, la llamada Cueva Negra en Murcia presenta características similares.
[9]Las fechas aproximadas son: cueva de Chauvet, más de 30.000 años; cueva de Lascaux, 18.000 años; cueva de Altamira, entre 13.000 y 19.000 años; hombre león de Ulm, 40.000 años; venus de Willendorf, 30.000 años. Las tallas suelen ser

de marfil o hueso, aunque la venus de Willendorf está tallada en oolita procedente de Italia. Fuera de Europa, en la cueva de Leang Bulu' Sipong (Indonesia) existe una escena compleja de caza de 44.000 años. Se han encontrado restos neandertales en Maltravieso (Cáceres), Ardales (Málaga) y La Pasiega (Cantabria), de 60.000 años. Más rudimentarias y aún más antiguas son las venus de Berejat Ram, al norte de Israel, de 250.000-280.000 años, o la de Tan-Tan, en Marruecos, de 200.000-300.000 años.

[10]Véase <https://www-culturaydeporte-gob-es.translate.goog/mnaltamira/cueva-altamira/cronologia.html?_x_tr_sl=es&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=en&_x_tr_pto=sc>.

[11]Durante mucho tiempo las pinturas rupestres que se iban descubriendo estaban localizadas en el interior de cuevas más o menos recónditas, por lo que se les atribuyó un carácter mágico o religioso. Sin embargo, recientemente han aparecido algunas pinturas de igual o mayor antigüedad en exteriores, aunque por su exposición a las variaciones climáticas de miles de años están más deterioradas. Esto nos lleva a hipotetizar que estas últimas fueran las más abundantes en su momento. Los motivos mágicos que se asociaban a la idea del ocultamiento quedarían, por tanto, en entredicho.

[12]Véase Genevieve von Petzinger, *Por qué estos 32 símbolos se encuentran en cuevas antiguas por toda Europa* [vídeo], TED Conferences, agosto de 2015, <https://www.ted.com/talks/genevieve_von_petzinger_why_are_these_32_symbols_found_in_ancient_caves_all_over_europe?language=es>.

[13]Los sumerios habitaron Mesopotamia entre el IV y el III milenio a. C.

[14]Arthur Evans, *The Palace of Minos at Knossos*, MacMillan, 1931, <https://archive.org/details/palaceofminoscom01evanuoft/page/n591/mode/2up>.

[15]M. Tsikritsis, E. Theodosiou, V. N. Manimanis, P. Mantarakis y D. Tsikritsis, «A Minoan eclipse calculator», *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, vol. 13, n.º 1 (junio de 2013), pp. 265-275.

[16]Homero, *Odisea*, Alianza, 2005, V, 271-277. Los antiguos griegos llamaban «ponto» al mar, pues lo consideraban un lugar de tránsito entre dos territorios.

2. ACUMULANDO DATOS PARA EL FUTURO

[17]En realidad debió de ser el astrónomo Eudoxo de Cnido (siglo IV a. C.) quien recopiló las observaciones más antiguas, y de él las tomaría Arato. Estas observaciones agrupaban a su vez las llevadas a cabo por varios astrónomos a lo largo de, al menos, decenas de años.

[18]El periodo de oscilación del eje de rotación de la Tierra es de 25.772 años.

[19]Bradley Schaefer, «The latitude and epoch for the origin of the astronomical lore of Eudoxus», *Journal for the History of Astronomy*, vol. 35, n.º 2 (2004), pp. 161-224; Sergey Zhitomirsky, «Archaeoastronomy and Aratus' phaenomena», *Astronomical and Astrophysical Transactions*, vol. 15 (1998), pp. 293-294.
[20]Edward Chiera, *They Wrote on Clay*, The University of Chicago Press, 1966, p. 174.
[21]Mathieu Ossendrijver, «Ancient Babylonian astronomers calculated Jupiter's position from the area under a time-velocity graph», *Science*, vol. 351, n.º 6272 (enero de 2016), pp. 482-484.
[22]Daniel Mansfield y Norman Wildberger, «Plimpton 322 is Babylonian exact sexagesimal trigonometry», *Historia Mathematica*, vol. 44, n.º 4 (noviembre de 2017), pp. 395-419.
[23]Véase el capítulo «Así acabó Alejandría», pp. 212-216.
[24]Plutarco, «Vida de Marco Antonio» 58, en *Vidas paralelas*, vol. VII, Gredos, 2009.
[25]Véase Andrea Wulf, *La invención de la naturaleza*. *El nuevo mundo de Alexander von Humboldt*, Taurus, 2016.
[26]Instituto Geográfico Nacional, <https://www.ign.es/web/teoria-geomagnetismo>.
[27]Donella Meadows *et al.*, *Los límites del crecimiento*, México, Fondo de Cultura Económica, 1972. *Los límites del crecimiento* fue inicialmente un informe encargado por el Club de Roma al MIT y realizado por un grupo de científicos encabezados por Donella y Dennis Meadows. A partir de su publicación inicial en 1972 se han hecho sucesivas actualizaciones.

3. LA IMAGEN DEL MUNDO

[28]Irving Finkel, «A join to the Map of the World: a notable discovery», *British Museum Magazine*, n.º 5 (1995), pp. 26-27. Véase también <https://www.khanacademy.org/humanities/ancient-art-civilizations/ancient-near-east1/the-ancient-near-east-an-introduction/a/cuneiform>.
[29]Heródoto, *Historia* IV, 36, Cátedra, 1999.
[30]Plutarco, «Sobre la cara visible de la luna» 26, en *Obras morales y de costumbres (Moralia)*, vol. IX, Gredos, 2002.
[31]El ciclo de Saturno (Crono) dura treinta años.
[32]Los expedicionarios se dirigían desde Britania hacia unas islas situadas al oeste en las que durante treinta días el sol solo se ocultaba una hora, es decir, estaban al noroeste de Gran Bretaña en el solsticio de verano. Allí permanecían alrededor de tres meses esperando la época propicia en que unos vientos los conducían a su destino, aún más al oeste, donde servían a Crono, pudiendo

regresar entonces a Grecia los que habían acudido en la expedición anterior si así lo deseaban. En *Palabras del Egeo*, Pedro Olalla se detiene en este relato, especialmente en algunos detalles que proporciona Plutarco y que, según él, le dan verosimilitud, a la vez que muestran el alto conocimiento geográfico y náutico que habían alcanzado los griegos. Olalla propone que la isla de Crono sería Terranova, basándose en la distancia a la que se encuentra del continente y a su latitud semejante a la del mar Caspio, como menciona Plutarco.
[33]Heródoto, *Historia*, IV, 42.
[34]José García Blanco, «Introducción», en Estrabón, *Geografía*, I y II, Gredos, 1991.

II
Desbrozando el terreno de la ciencia

2. LA FUERZA DEL RELATO

[35]Giuseppe Tomasi de Lampedusa, *Relatos*, Anagrama, 2020.
[36]François Truffaut, *El cine según Hitchcock*, Alianza, 2010.
[37]Heródoto, *Historia*, I, 41.
[38]Hesíodo, *Teogonía*, 535; *Trabajos y días*, 43, Alianza, 1993.
[39]Esquilo, *Prometeo encadenado*, Penguin Clásicos, 2015.
[40]Percy Bysshe Shelley, *Prometeo liberado*, Hiperión, 1994.
[41]La inscripción adjunta a la estatua de Prometeo en el Rockefeller Center de Nueva York en los años ochenta era un decálogo de creencias que, entre otras cosas, decía: «Creo que el buen uso del dinero es esencial para una vida ordenada y que la economía es un requisito fundamental para una estructura financiera sólida, tanto en el gobierno como en los negocios o en los asuntos personales».
[42]Yuval Noah Harari, *Sapiens*. *De animales a dioses*, Debate, 2014.

3. EL INSTINTO DE CURIOSIDAD

[43]*Nueva Biblia española*, trad. de los textos originales dirigida por Luis Alonso Schökel y Juan Mateos, Madrid, Cristiandad, 1990.
[44]La mitología griega también reserva a la mujer una culpabilidad semejante a la que le otorga el Génesis. Según el relato de Hesíodo, la primera mujer, Pandora, cuñada de Prometeo, guiada igualmente por el instinto de curiosidad, abrió el tapón de una jarra de la que escaparon todos los males que desde entonces asolan a la humanidad. Véase Hesíodo, *Trabajos y días*, 60-99.
[45]Stonehenge es el caso más conocido, pero también en otros lugares.

[46]Obviamente, se trata de una ilusión óptica.
[47]Estamos utilizando el concepto de ciencia que prevalece en el mundo antiguo y que los griegos llamaron *epistéme*. Como la palabra «ciencia» comienza a utilizarse más tardíamente, su definición se suele asociar con el «método científico», concepto muy posterior. Fue entonces cuando, dado el éxito de muchos de los hallazgos científicos y su permanencia en el tiempo, se produjo un desplazamiento conceptual de la ciencia desde el pensamiento filosófico, que se pregunta, hasta el pensamiento tecnológico, que ejecuta y transforma.
[48]Carlos Nieto, *La religión contingente*, Nobel, 2013.
[49]Catherine Nixey, *La edad de la penumbra*, Taurus, 2018.

4. POETAS, FISIÓLOGOS Y FILÓSOFOS

[50]Hesíodo, *Trabajos y días*, 240.
[51]Aristóteles, *Política*, II, 12, Gredos, 2004; *Constitución de los atenienses,* IX, 1, Gredos, 1995.
[52]Se refiere a que abolió la esclavitud por deudas.
[53]Solón, fr. 24D, en Juan Ferraté, *Líricos griegos arcaicos*, Acantilado, 2000.
[54]Por supuesto, las mujeres, los esclavos o los forasteros no eran considerados sujetos políticos. Los ciudadanos eran los varones libres oriundos de la ciudad.
[55]Jost Herbig, *La evolución del conocimiento*, Herder, 2010.
[56]Idea atribuida a Parménides y utilizada por los atomistas. Aparece en Lucrecio: «Jamás cosa alguna se engendró de la nada, por obra divina». *De la naturaleza*, I, 150, Acantilado, 2012.
[57]Platón, *Fedón*, 96 a, *Diálogos III*, Gredos, 2020, 96a.
[58]*Id.*, *Protágoras*, 322 c, *Diálogos I*, Gredos, 2019.
[59]*Id.*, *Fedón*, 59 a.
[60]*Ibid.*, 61 a.
[61]Aristóteles, *Metafísica*, 983 b, 5, Alianza, 2008.
[62]«Jenófanes», 500-503, en VV. AA., *Filósofos presocráticos*, vol. I, Gredos, 1981.
[63]*Ibid.*, 534.
[64]«Heráclito», 652, en *ibid.*
[65]«Anaximandro», 179, en *ibid*.
[66]Diógenes Laercio, *Vida de los filósofos ilustres*, VIII, 83, Alianza, 2007.
[67]«Alcmeón de Crotona», 411, en *Filósofos presocráticos*, vol. I.

5. DOS ATLETAS PARALELOS

[68]Heródoto, *Historia*, II, 109.
[69]Aristóteles, *Metafísica*, 982 a.
[70]En realidad no existía un método que diera instrucciones a los científicos sobre qué tenían que hacer. Se trata más bien de un concepto que idearon filósofos e historiadores *a posteriori* para definir lo que habían hecho. Los métodos varían de una disciplina a otra, y dependen mucho de la tecnología disponible y de la inventiva del científico. En general, es una mezcla de razonamiento inductivo, formulación de hipótesis, experimentación, observaciones, razonamiento deductivo a partir de los resultados, elaboración de ecuaciones, etc., que dan lugar a leyes o a teorías. A partir de una teoría se hacen también predicciones, de las que se puede decir *a posteriori* si son correctas o no, lo que confirma la teoría o la refuta.
[71]Robert Angus Buchanan, «History of technology», *Britannica* (30 de mayo de 2023), <https://www.britannica.com/technology/history-of-technology>.
[72]Ludwig von Bertalanffy, *Teoría general de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*, Fondo de Cultura Económica, 1976.
[73]La palabra viene del griego antiguo *kybernétes*, que significa «timonel», y su significado actual quedó definido con la publicación del libro de Norbert Wiener *Cybernetics. Or Control and Communication in the Animal and the Machine,* Cambridge, The MIT Press, 2019, publicado por primera vez en 1948, que describía los mecanismos de regulación comunes a ambos ámbitos.
[74]Los termostatos reciben información sobre la temperatura a través de un sensor (termómetro), la comparan con un nivel de referencia (temperatura deseada) y activan unos efectores (calefactor o refrigerador), de manera que la temperatura del sistema se mantenga constante. En el caso de la temperatura corporal el papel del termómetro lo ejercen los receptores de temperatura de la piel, el nivel de referencia lo fija el cerebro, concretamente el hipotálamo, y los efectores son, entre otros, las tiritonas involuntarias que experimentamos con el frío o la sudoración que nos refresca. En ambos casos decimos que se trata de sistemas controlados por retroalimentación negativa.
[75]Hay datos que indican que los humanos también pueden ecolocalizar. Algunos ciegos lo hacen chasqueando la lengua o usando un bastón y detectando el eco resultante. Véase Liz Langley, «Así funciona la ecolocalización, el sónar de la naturaleza», *National Geografic*, (4 de febrero de 2021), <https://www.nationalgeographic.es/animales/2021/02/asi-funciona-la-ecolocalizacion-el-sonar-de-la-naturaleza>. Esta orientación espacial debió de estar más desarrollada en nuestros antepasados, pues tuvieron que llegar por mar a muchos de los territorios en los que se asentaron, especialmente a las islas del Pacífico. Véase M.R. O'Connor, *Wayfinding: The Science and Mystery of How Humans Navigate the World*, Nueva York, St. Martin's Press, 2019.
[76]La investigación sobre los mecanismos cognitivos del cerebro estuvo muy pronto acompañada de intentos de reproducirlos a través de máquinas. También en esta área, los primeros investigadores en inteligencia artificial se movían entre la neurociencia y la ingeniería. Alan Turing hacía cálculos sobre la capacidad de

almacenamiento de datos que posee el cerebro humano y se planteaba cuánta debería poseer una máquina para pasar las pruebas que él mismo proponía, como el conocido como test de Turing [véase «Computing Machinery and Intelligence», *Mind*, vol. 49, n.º 246, (1950), pp. 433-460]. En este, un evaluador dirige preguntas por escrito a una persona y a una máquina que permanecen ocultas, y en función de las respuestas que recibe, debe diferenciar quién es quién. Si no lo consigue, la máquina ha superado la prueba. Del mismo modo, Herbert A. Simon, investigador de la conducta y de las habilidades cognitivas humanas, especialmente del aprendizaje, trataba de implementar programas de computación basándose en los resultados obtenidos. En 1975 recibió el Premio ACM Turing «por sus contribuciones básicas a la inteligencia artificial y la psicología de la cognición humana» [véase Hunter Heyck, «Herbert A. Simon. A. M. Turing Award Laureate», <https://amturing.acm.org/award_winners/simon_1031467.cfm>]. Pero, como apuntaba Noam Chomsky en una entrevista reciente [C. J. Polychroniou, «Noam Chomsky Speaks on What ChatGPT Is Really Good For» (entrevista), *Common Dreams* (mayo de 2023), <https://www.commondreams.org/opinion/noam-chomsky-on-chatgpt>], actualmente el enfoque de la inteligencia artificial se ha independizado de la ciencia y se ha convertido en una cuestión de ingeniería cuyo fin es generar nuevos productos que sean comercializables. Y advertía que, si el objetivo de las empresas generadoras de innovaciones es incrementar sus beneficios y no hay ningún organismo público capaz de frenar esta pulsión, estamos expuestos a una inteligencia artificial que genera chatbots o ChatGPT mediante los que puede desinformar o crear opinión a beneficio de quienes pueden controlarlo.

[77]Idea desarrollada más adelante en el capítulo «El relato tecnológico», pp. 162-167.

6. PODEROSO CABALLERO

[78]Sus obras fundamentales en este sentido son *Novum organum*, utopía teórica, y *New Atlantis*, novela utópica inacabada. Una información más completa sobre sus ideas aparece en el capítulo «El político de la ciencia», pp. 235-238.

[79]Estas ideas fueron expresadas por los directivos de la empresa el día de su inauguración. General Electric. Heritage of Research, 2010, <https://web.archive.org/web/20180612163649/https://www.ge.com/about-us/history/research-heritage>.

III
La ciencia desde dentro

1. LA HUMILDAD DE LA CIENCIA

[80]Esto llegaba al extremo de que algunos escritos científicos o pseudocientíficos, como el *Lapidario órfico*, catálogo de piedras, un libro sobre los terremotos, algunos herbarios, etc., utilizaron como autor a Orfeo, que era un personaje mítico pero muy popular. Recogido en Raquel Martín Hernández, *La ciencia de Orfeo*, Antígona, 2015.
[81]Galileo, *Diálogo sobre los dos máximos sistemas, ptolemaico y copernicano*, 118, Alianza, 2011. Frase dicha por Sagredo, a la que Salviati replica: «¿Qué decís de públicas y notorias? ¿Acaso no es lo mismo que las opiniones o las invenciones sean nuevas a los hombres que el que los hombres sean nuevos a las opiniones? Si os contentaseis con la estima de los principiantes en las ciencias, que van surgiendo sucesivamente, podríais haceros pasar por el inventor hasta del alfabeto y así resultarles digno de admiración».
[82]Véase el capítulo «Jane y Michel: un cuento ejemplar», pp. 270-273.
[83]Muchas obras, *El discurso del método* de Descartes entre ellas, alcanzaron rápidamente un mayor número de ediciones en sus traducciones al latín que en la lengua en la que fueron escritas, en este caso, el francés.
[84]Albert Einstein y Leopold Infeld, *La evolución de la física*, Salvat, 1986.
[85]Véase el capítulo «La nueva naturaleza», pp. 259-269.
[86]H. Damasio, T. Grabowski, F. Randall, A. M. Galaburda y A. R. Damasio, «The Return of Phineas Gage: Clues About the Brain from the Skull of a Famous Patient», *Science*, vol. 264, n.º 5162 (mayo de 1994), pp. 1102-1105.
[87]Jorge Wagensberg, *El pensador intruso*, Tusquets, 2014.

2. LA TIRANÍA DEL LIBRO

[88]Higinio, *Fábulas*, 105, Gredos, 2009. Plinio el Viejo también atribuye a Palamedes la adición de cuatro letras al alfabeto en el transcurso de la guerra de Troya: Z, Y, Φ, X. Véase Plinio el Viejo, *Historia natural*, VII, 192, Gredos, 2016.
[89]Homero, *Ilíada*, VI, 168, Gredos, 2010.
[90]Juan de Valdés escribió el *Diálogo de la lengua* en 1535.
[91]Robert Boyle escribió en forma de diálogo *El químico escéptico*, Crítica, 2017.
[92]Véase el capítulo «Jane y Michel: un cuento ejemplar», pp. 270-273.
[93]Rudolf Pfeiffer, *Historia de la filología clásica*, Gredos, 1981.

3. LA IDEOLOGÍA DEL CIENTÍFICO

[94]Wagensberg, *El pensador intruso.*
[95]Émmanuel Lizcano, «La ideología científica», *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, <https://theoria.eu/nomadas/0/elizcano.pdf>.
[96]Desarrollo este tema en los capítulos «Las manos de Escher», pp. 125-131, y «Tres golpes al antropocentrismo», pp. 136-140.
[97]La etología, que estudia el comportamiento animal en su medio natural, comenzó a ser reconocida como ciencia a partir de 1973, a raíz de la concesión del Premio Nobel de Fisiología o Medicina a Konrad Lorenz, Karl R. von Frisch y Niko Tinbergen por sus descubrimientos sobre «patrones individuales y sociales de comportamiento en distintas especies».
[98]Jordi Sabater i Pi, *Etología de la vivienda humana. De los nidos de gorilas y chimpancés a la vivienda humana*, Labor, 1985; *El chimpancé y los orígenes de la cultura*, Anthropos, 1992.

4. LENGUAJE CIENTÍFICO FRENTE A LENGUAJE HUMANO

[99]Vitruvio, *Los diez libros de arquitectura*, VI, 1, Alianza, 1995.
[100]Reproducido en George Sarton, *Historia de la ciencia*, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1965.
[101]Nieto, *La religión contingente*.
[102]Conviene recordar que, en su origen, la palabra «humanista» designaba a los que en la época renacentista se dedicaron a buscar y recuperar las obras antiguas, copiándolas, difundiéndolas o comentándolas. Entre esas obras también se encontraban los tratados científicos.

IV
La ciencia y los espejismos sociales

1. DEL MITO DE LA EDAD DE ORO AL MITO DEL PROGRESO

[103]Hesíodo, *Trabajos y días*, 106-202.
[104]Ideas de Dicearco transmitidas por Porfirio en *Sobre la abstinencia*, IV, 2, Gredos, 1984.
[105]Miguel de Cervantes, *Don Quijote de la Mancha*, parte I, cap. XI, Alfaguara, 2004.
[106]Friedrich Schiller, *Sobre poesía ingenua y poesía sentimental*, Verbum, 1994.

[107]La palabra griega *prokope*, que Cicerón traduce al latín como *progressus*, fue de aparición tardía.
[108]No deja de asombrar la intuición de Esquilo, pues en efecto la neurociencia cognitiva ha mostrado que, aunque los recién nacidos tengan ojos sensibles a la luz y oídos que recogen sonidos, la interpretación de esos estímulos la ejecuta el cerebro tras un largo y complejo periodo de aprendizaje.
[109]Esquilo, *Prometeo encadenado*, 447-456.
[110]*Ibid.*, 467-468.
[111]Eurípides, *Las suplicantes*, 202, Gredos, 1985.
[112]Sófocles, *Antígona*, 332, Alianza, 2017.
[113]Diodoro de Sicilia, *Biblioteca histórica*, I, 8, Gredos, 2001.
[114]Sócrates alaba a los artesanos y en varias ocasiones hace referencia a lo bien que desarrollan su *téchne* en comparación con los más antiguos. Véase Platón, *Hipias Mayor*, 281 d, 3-7, en *Diálogos I*. Tucídides aplica el concepto a la política cuando, dirigiéndose a los lacedemonios, dicen los corintios: «Vuestros hábitos están anticuados frente a los de los atenienses. Es preciso […] dominar las nuevas técnicas. Para una ciudad tranquila son excelentes las costumbres inalteradas, pero para quienes se ven forzados a acudir a múltiples asuntos, se necesitan también tácticas nuevas». En *Historia* I, 71.3, Alianza, 2014.
[115]Lucrecio, *De la naturaleza de las cosas*, trad. del Abate Marchena, Madrid, Cátedra, 1983.
[116]Pedro Talavera Fernández, «Kant y la idea del progreso indefinido de la humanidad», *Anuario Filosófico*, vol. 44, n.º 2 (2011), pp. 335-371.
[117]Véase Antoine Compagnon, «Génération progrès», en VV. AA., *L'avenir du progrès*, serie Les entretiens de l'Institut Diderot, París, Institut Diderot, 2011.
[118]Eduard Aibar, «Revoluciones industriales: un concepto espurio», *Oikonomics*, n.º 12 (noviembre de 2019), pp. 1-8, <https://oikonomics.uoc.edu/divulgacio/oikonomics/es/numero12/dossier/eaibar.html>.

2. LA LLAMADA «REVOLUCIÓN CIENTÍFICA»

[119]Desde los años noventa se han planteado opiniones discrepantes. En *The Scientific Revolution* [The University of Chicago Press, 1996], Steven Shapin argumenta que «no hubo ningún acontecimiento coherente y cataclísmico que cambiara fundamental e irrevocablemente lo que las personas sabían sobre el mundo natural y cómo se aseguraban de que tenían el conocimiento correcto de ese mundo». En la misma línea se pronuncian David Wootton [*The Invention of Science. A New History of the Scientific Revolution.* Allen Lane, 2015], Marco Sgarbi [«Renaissance Aristotelianism and the Scientific Revolution», *Physis. Rivista internazionale di storia della scienza*, vol. LII (2017)] y Daniel Garber [*Why the*

Scientific Revolution Wasn't a Scientific Revolution, and Why It Matters, Chicago University Press, 2016].

[120]Pablo de Tarso, «Epístola a los corintios», 1, 19, *Nueva Biblia española*.

[121]Véase el capítulo «Un franciscano inglés», pp. 217-223.

[122]Se trata de una traducción de *De caelo* de Aristóteles, en cuyos comentarios Oresme plantea sus propias ideas, en muchas ocasiones antiaristotélicas. Véase Pauline Lambert-Taffoureau, «Le Livre du ciel et du monde de Nicole Oresme», *Florilegium*, vol. 31 (2014), pp. 77-103, <https://utpjournals.press/doi/10.3138/flor.31.04>.

[123]Aristarco de Samos ya lo había propuesto en el siglo III a. C.

[124]Por ejemplo, causó inquietud en la Iglesia que los viajes exploratorios demostraran que sí se podía vivir en los trópicos, desmintiendo lo propuesto por Aristóteles.

[125]El título alude al conjunto de obras de lógica de Aristóteles, que recibían el nombre de *Organum.*

[126]Ya mencionados en el capítulo «Del mito de la Edad de Oro al mito del progreso», pp. 107-116.

[127]Kepler, además de astrónomo competente, fue astrólogo, y estudiaba el universo como obra divina; Newton, con quien supuestamente culminó la «revolución científica», publicó varios libros de alquimia bajo pseudónimo (véase el capítulo «Old master of the universe», pp. 251-258).

[128]Las contribuciones en este sentido de Descartes y Bacon las desarrollo a partir de sus propios escritos en los capítulos «El político de la ciencia», pp. 235-238, y «Los tres errores de Descartes», pp. 239-245.

3. LAS MANOS DE ESCHER

[129]Según Jean-Baptiste Lamarck, los cambios en las condiciones ambientales generaban nuevas necesidades, y eran estas las que daban lugar a modificaciones en determinados órganos o funciones. Si la necesidad se prolongaba en el tiempo, dichas modificaciones podían ser transmitidas a la descendencia.

[130]Pastor metodista, médico y geólogo, escribió una *Disertación contra las leyes de pobres*, oponiéndose a las ayudas públicas a los más desfavorecidos.

[131]Joseph Townsend, *A Dissertation on the Poor Laws*, 1786, <https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/townsend/poorlaw.html>, citado en Karl Polanyi, *La gran transformación*, Virus, 2016.

[132]La idea que trata de trasmitir es que el mercado competitivo no fue hecho por el hombre, sino por la naturaleza, que no depende del contexto cultural o social, sino que es una realidad científica; este es un rasgo que desde entonces ha mantenido la economía de mercado fundamentalista; véase Philipp H. Lepenies, «Of goats and dogs: Joseph Townsend and the idealisation of markets. A decisive

episode in the history of economics», *Cambridge Journal of Economics*, vol. 38, n.º 2 (marzo de 2014), p. 447.
[133]En 1889, tras la muerte de Darwin, Alfred Wallace escribió un compendio de la teoría de la selección natural que tituló *Darwinism: An Exposition of the Theory of Natural Selection with Some of Its Applications* [Milán, Humboldt Publ. Co., 1889].
[134]Polanyi, *La gran transformación*.
[135]Carta de Darwin a Wallace, 5 de julio de 1866, <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/DCP-LETT-5145.xml#mark-5145.f3>.
[136]Carta de Darwin a Hooker, 30 de junio de 1866, <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/?docId=letters/DCP-LETT-5135.xml>.
[137]Carta Darwin a Spencer, 24 de noviembre de 1858, <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/?docId=letters/DCP-LETT-2373.xml>.
[138]Después —decía— esa teoría se traspone a la historia y se pretende haber probado su validez como leyes eternas de la sociedad humana», véase <https://www.marxists.org/espanol/m-e/cartas/e12-12-75.htm>.
[139]En la primera década del siglo XX, el biólogo ruso Konstantín Merezhkovski ya había planteado la posibilidad de que los cloroplastos de los vegetales fueran cianobacterias, y generalizó la idea proponiendo la endosimbiosis como alternativa a la teoría darwiniana. Su propuesta fue ignorada en Occidente, aunque sí tuvo algunos seguidores en la Rusia soviética.
[140]Tanto los cloroplastos como las mitocondrias están separados del resto de la célula por una membrana y contienen un ADN distinto del nuclear y semejante al de ciertas bacterias.
[141]Andrew H. Knoll, «Lynn Margulis, 1938-2011», PNAS, vol. 109, n.º 4 (enero de 2012), p. 1022, <https://doi.org/10.1073/pnas.1120472109>.
[142]Margulis también fue defensora de la hipótesis de Gaia propuesta por James Lovelock y posteriormente entró en una nueva controversia cuestionando el papel del virus del sida en esa enfermedad. Paradójicamente, entre otros honores, recibió la medalla Darwin-Wallace de la Linnean Society.
[143]Herbig, *Evolución del conocimiento*.

4. LA NATURALEZA ¿AL SERVICIO DEL HOMBRE?

[144]La Biblia textual, <https://www.bibleserver.com/BTX/G%C3%A9nesis1>.
[145]Sófocles, *Antígona*, 331 y ss.
[146]Ḥasan Ibn al-Haytham, científico árabe del siglo XI conocido en Occidente como Alhazen.
[147]Roger Bacon, *Opus Majus*, I, Williams and Norgate, 1900.
[148]Johann Wolfgang von Goethe, *Poesía y verdad*, cap. VIII, Alba, 2017.

[149]Friedrich Nietzsche, *El nacimiento de la tragedia*, Alianza, 2012.

5. TRES GOLPES AL ANTROPOCENTRISMO

[150]Ovidio, *Metamorfosis*, I, 77. Cátedra, 2021.
[151]Diógenes Laercio, *Vida de los filósofos ilustres*, IX, 51.
[152]Galileo, *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo, ptolemaico y copernicano*, 85.
[153]Charles Darwin, *El viaje del Beagle*, apuntes del 25 de diciembre de 1832, Labor, 1983.

6. LA IDEOLOGÍA DEL HISTORIADOR

[154]William C. Dampier, *A History of Science and Its Relations with Philosophy and Religion*, Cambridge University Press, 1929, <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.460801/page/n101/mode/2up?q=Italy>.
[155]William A. Wallace, *Galileo and His Sources*. *Heritage of the Collegio Romano in Galileo's Science*, Princeton University Press, 1984; véase también *Id.*, *Galileo, the Jesuits, and the medieval Aristotle*, Routledge, 1991.
[156]Véase el capítulo «La llamada "revolución científica"», pp. 117-124.
[157]Véase el capítulo «La humildad de la ciencia», pp. 81-90.
[158]Algunos ejemplos de esta aproximación se presentan en la última parte de este libro.
[159]Benjamin Farrington, *Ciencia griega*, Icaria, 1979.

V
El malestar de la ciencia

1. LOS PATRONOS DE LA CIENCIA

[160]Otra fuente de financiación, muy minoritaria en España pero con bastante tradición en países anglosajones, son las donaciones altruistas, a veces anónimas y otras con reconocimiento público.
[161]Los programas públicos actuales de financiación de la investigación en España reciben el nombre de programas de I+D+i, es decir, investigación, desarrollo e innovación.

[162]L. Bornmann, R. Haunschild y R. Mutz, «Growth rates of modern science: a latent piecewise growth curve approach to model publication numbers from established and new literature databases», *Nature. Humanit Soc Sci Commun*, vol. 8, n.º 1 (diciembre de 2021), pp. 1-15, <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00903-w>.

[163]Los artículos de Mendel sobre la herencia pasaron desapercibidos durante más de treinta años. En otro campo, y más recientemente, la publicación en los años noventa de que se podían generar nuevas neuronas en el cerebro de individuos adultos se produjo treinta años después de que fuera descrito por primera vez e ignorado en su momento. Véase J. Altman y G.D. Das, «Autoradiographic and histological evidence of postnatal hippocampal neurogenesis in rats», *J. Comp. Neurol*, vol. 124, n.º 3 (junio de 1965), pp. 319-335. Este fenómeno ha sido muy frecuente en la historia de la ciencia, como Oliver Sacks *et al.* muestran en *Historias de la ciencia y el olvido*, Siruela, 1996.

[164]Stephen Buranyi, «Is the staggeringly profitable business of scientific publishing bad for science?», *The Guardian*, 27 de junio de 2017, <https://www.theguardian.com/science/2017/jun/27/profitable-business-scientific-publishing-bad-for-science>; Martin Hagve, «The money behind academic publishing», *Tidsskriftet*, 24 de febrero de 2023, <https://tidsskriftet.no/en/2020/08/kronikk/money-behind-academic-publishing>; Daniel Sánchez Caballero, «Neoliberalismo, burocracia y Robert Maxwell: cómo las revistas científicas primaron el negocio sobre el saber», *elDiario.es*, 19 de febrero de 2023, <https://www.eldiario.es/sociedad/neoliberalismo-burocracia-robert-maxwell-revistas-cientificas-primaron-negocio_1_9952229.html>.

[165]A modo de ejemplo, Elsevier, que tomó el nombre del impresor que en el siglo XVII publicó el *Diálogo sobre los dos máximos sistemas* de Galileo, adquirió en 1991 Pergamon Press, la editorial de Maxwell, convirtiéndose en la mayor editorial científica del mundo. Tres años más tarde había aumentado los precios en un 50 por ciento. Actualmente controla el 16 por ciento del mercado, edita alrededor de tres mil revistas científicas y obtiene de ellas un 40 por ciento de beneficios, ganancia muy superior a la que consigue cualquier otro tipo de empresa editorial.

[166]Los investigadores y los centros de investigación aceptan el trato porque la carrera de los primeros y el prestigio de los segundos dependen de la categoría de las revistas en las que publiquen. Estas cobran más cuanto mayor sea su índice de impacto, una medida del número de veces que sus artículos son citados por otros autores en los dos años siguientes a su publicación. En este, como en otros terrenos, también han surgido webs piratas que permiten acceder a la información científica a personas que viven en países con escasos recursos. Sin embargo, la posibilidad de que investigadores de estos países publiquen en una buena revista, por más interesantes que sean sus ideas o sus resultados, queda, ahora más que nunca, descartada.

2. ¿PATENTAR LA CIENCIA?

[167]Citado por Ateneo de Naukratis, *El banquete de los eruditos*, lib. XII, Gredos, 2014.
[168]José Ángel Menéndez Díaz, «Una breve historia del origen de las patentes», *Patentes increíbles*, 2016, <https://digital.csic.es/handle/10261/170868>.
[169]Ley de Bayh-Dole, 1980.
[170]Mariana Mazzucato, *El Estado emprendedor. La oposición público vs. privado y sus mitos*, Taurus, 2022.
[171]Llari Kaira y Joona-Hermanni Mäkinen, «Finlandia tiene una vacuna para la COVID desde hace nueve meses y optó por la 'Big Pharma'», CTXT, n.º 270 (marzo de 2021), <https://ctxt.es/es/20210301/Politica/35342/Vacuna-covid-Finlandia-Big-pharma-financiacion-ayudas-publicas-patentes.htm>.
[172]Salvador Darío Bergel, «Investigación científica y patentes: análisis ético-jurídico de sus relaciones», *Rev. bioét.*, vol. 22, n.º 3 (2014), 416-426, <http://dx.doi.org/10.1590/1983-80422014223023>. Mariana Mazzucato muestra que las patentes a veces también se utilizan para comprar al por mayor tecnología producida en otro lugar, de forma que muchas grandes empresas reducen sus presupuestos de I+D al tiempo que aumentan el número de sus patentes. Véase Mazzucato, *El Estado emprendedor*.
[173]Nazaret Castro, «Una patente registrada en EEUU desata las alarmas entre los pequeños productores de panela en Colombia», *elDiario.es*, 15 de marzo de 2021, <https://www.eldiario.es/desalambre/patente-panela-levanta-polemica-productores-colombia_1_7310021.html>.
[174]Entre otros, Helga Nowotny, Peter B. Scott y Michel T. Gibbons, *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, Wiley, 2001.

3. EL RELATO TECNOLÓGICO

[175]A. W. Robertson. «La edad de oro del futuro», en Oppenheimer, Fermi *et al.*, *Hombre y ciencia. Un desafío al mundo*, Espasa Calpe, 1950.
[176]James Williams, *Clics contra la humanidad*, Gatopardo, 2021.

4. LA BANALIZACIÓN DE LA CIENCIA

[177]Ejemplos de esto que han tenido gran repercusión se detallan en el capítulo «Las manos de Escher», pp. 125-131.
[178]Sarton, *Historia de la ciencia*, vol. II, p. 523.
[179]Jorge Otero Maldonado, «Juan Torres López: "La subida del precio de la luz es consecuencia de una mentira"», *Público*, 29 de octubre de 2021, <https://www.publico.es/entrevistas/juan-torres-subida-precio-luz-consecuencia-mentira.html>. Entrevista a Juan Torres a propósito de la publicación de *Las 10 grandes mentiras económicas de nuestro tiempo y cómo condicionan nuestra vida* (Barcelona, Deusto, 2021).
[180]Rafael Argullol, *Maldita perfección. Escritos sobre el sacrificio y la celebración de la belleza*, Acantilado, 2013.

5. MORIR DE ÉXITO: ANTROPOCENO

[181]Meadows *et al.*, *Los límites del crecimiento*, 1972. Véase también Juan Bordera y Ferran Puig Vilar, «"El crecimiento se va a detener, por una razón o por otra". Entrevista a Dennis Meadows», CTXT, n.º 286 (julio de 2022), <https://ctxt.es/es/20220701/Politica/40230/Dennis-Meadows-crecimiento-limites-colapso-crisis-ecologica-decrecimiento.htm>.
[182]Banco Mundial, «La riqueza mundial ha aumentado, pero a expensas de la prosperidad futura» [comunicado de prensa], 27 de octubre de 2021, <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2021/10/27/global-wealth-has-grown-but-at-the-expense-of-future-prosperity-world-bank>.
[183]Harari, *Sapiens.*
[184]Damian Carrington, «Humans just 0.01% of all life but have destroyed 83% of wild mammals – study», *The Guardian*, 21 de mayo de 2018, <https://www.theguardian.com/environment/2018/may/21/human-race-just-001-of-all-life-but-has-destroyed-over-80-of-wild-mammals-study?mc_cid=f1c8577ec0&mc_eid=694d1da176>.
[185]WWF, *Informe planeta vivo, 2022. Hacia una sociedad con la naturaleza en positivo*, R. E. A. Almond, M. Grooten, D. Juffe Bignoli y T. Petersen, eds., WWF, Gland (Suiza), 2020, <https://wwfes.awsassets.panda.org/downloads/descarga_informe_planeta_vivo_2022.pdf>.
[186]Carrington, «Humans just 0.01% of all life but have destroyed 83% of wild mammals»; Yinon M. Bar-On, Rob Phillips y Ron Milo, «The biomass distribution on Earth», PNAS, vol. 115, n.º 25 (mayo de 2018), pp. 6506-6511.
[187]Carrington, «Humans just 0.01% of all life but have destroyed 83% of wild mammals».
[188]Lucía Blasco, «¿Cómo se calcula el peso de todo lo que hay en el mundo? (y qué significa que lo hecho por los humanos pese más que los seres vivos)», BBC

News Mundo, 13 de diciembre de 2020, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-55261363>.
[189]Thomas Halliday, *Otros mundos. Viaje por los ecosistemas extintos de la Tierra*, Debate, 2022.
[190]Santiago Niño ha realizado varias intervenciones en distintos medios; véase, entre otras, Marc Font, «Santiago Niño-Becerra: "Vamos hacia un nuevo modelo económico y el escenario será muy duro para la mayoría"», *Público*, 1 de mayo de 2022, <https://www.publico.es/entrevistas/santiago-nino-becerra-nuevo-modelo-economico-escenario-sera-duro-mayoria.html>.
[191]Bordera y Puig Vilar, «"El crecimiento se va a detener, por una razón o por otra". Entrevista a Dennis Meadows».

6. NO DISPAREN AL BOMBERO

[192]Yayo Herrero, Fernando Cembranos y Marta Pascual Rodríguez, coords., *Cambiar de gafas para mirar al mundo*, Libros en Acción, 2011.
[193]Véanse los capítulos «Poderoso caballero», pp. 75-78, «La llamada "revolución científica"», pp. 117-124, y «La naturaleza ¿al servicio del hombre?», pp. 132-135.
[194]Véase el capítulo «Los tres errores de Descartes», pp. 239-245.
[195]«Si tomamos la ecuación de la mecánica cuántica que determina la forma de los orbitales del electrón, veremos que esta ecuación tiene un número determinado de soluciones y que estas soluciones corresponden exactamente… ¡al hidrógeno, al helio, al oxígeno y a los demás elementos! La tabla periódica de Mendeléyev está estructurada exactamente igual que las soluciones. ¡Las propiedades de los elementos y todo lo demás dependen del resultado de esa ecuación!». Carlo Rovelli, *La realidad no es lo que parece*, Tusquets, 2015, p. 115.
[196]Se refiere a lo que hoy se denomina «primera revolución industrial», que concluye en la segunda mitad del siglo XIX.

VI
Con nombre propio

1. EL HILO MATERIALISTA

[197]A partir de los títulos que se conocen —hasta sesenta y dos menciona Diógenes Laercio— y los comentarios de los que se refieren a ellos, se sabe que escribió sobre física, ética, filosofía, cosmología, matemáticas, poesía, música, medicina o agricultura.

[198]*Leucipo y Demócrito*, 291. En *Filósofos presocráticos*, vol III, Gredos, 1986.
[199]Carta pseudo-hipocrática 17, de Hipócrates a Damageto.
[200]Diógenes Laercio, *Vida de los filósofos ilustres*, X, 13.
[201]Lucrecio, *De la naturaleza*, lib. I, 416, Acantilado, 2012.
[202]*Ibid.*, lib. I, 146. La misma frase se repite otras dos veces en distintos lugares de la obra.
[203]*Ibid.*, lib. I, 80.
[204]*Ibid.*, lib. II, 1059.
[205]Stephen Greenblatt, *El giro*, Crítica, 2012.
[206]Del latín *paganus*, que significa «rústico», «campesino», pasó a designar a partir del siglo IV el conjunto de creencias que no pertenecían ni al cristianismo ni al judaísmo.
[207]Lucrecio, *De la naturaleza*, «Introducción».
[208]La historia del rescate del manuscrito la cuenta Stephen Greenblatt magistralmente en su obra ya citada *El giro*.
[209]Albert Einstein, «Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen» («Sobre el movimiento de pequeñas partículas suspendidas en un líquido estacionario, según lo que requiere la teoría cinética molecular del calor»), *Ann. Phys.*, vol. 322, n.º 8 (1905), pp. 549-560. Ese mismo año, Einstein publicó otros tres artículos científicos. Uno de ellos, en el que mostraba la naturaleza corpuscular de la luz, fue merecedor del Premio Nobel, el tercero exponía la teoría especial de la relatividad y el cuarto establecía la relación entre masa y energía expresada en la ecuación $E = mc^2$.
[210]Lucrecio, *De la naturaleza*, lib. II, 112-141.
[211]Jacques Monod, *El azar y la necesidad*, Tusquets, 2016.
[212]Lucrecio, *De la naturaleza*, lib. II, 1083.
[213]*Ibid.*, lib. III, 94.
[214]Karl Marx hizo su tesis doctoral sobre la *Diferencia de la filosofía de la naturaleza en Demócrito y en Epicuro* (Biblioteca Nueva, 2012).

2. EL CILINDRO Y LA ESFERA

[215]Los *Elementos* de Euclides incorporan conocimientos geométricos de griegos, egipcios y babilonios, colocando en orden lógico todas las proposiciones conocidas. Muy pronto el libro fue traducido al siriaco y al árabe, y más tarde al latín. Leonardo y Newton, entre muchos otros, lo leyeron, y tuvo vigencia en la docencia de la geometría hasta finales del siglo XIX.
[216]La mayor parte de los textos conservados de Arquímedes están escritos en griego común, mientras que algunos presentan los rasgos propios del dialecto de su autor, el dorio. Una explicación razonable es que los que más se difundieron, al

ser copiados una y otra vez en distintas ciudades del mundo antiguo, fueron perdiendo a manos de los copistas aquellos elementos que a estos les resultaban extraños, hasta homologarse con la forma de las palabras que todos conocían. Los pocos que conservan elementos dorios fueron, seguramente, los que se copiaron menos veces y tuvieron una expansión geográfica más reducida.

[217]Ideas expresadas por Arquímedes en las cartas a Dositeo que introducen los libros *Sobre la cuadratura de la parábola* y *Sobre las espirales*, en *Tratados II*, Gredos, 2009.

[218]Según aparece en la enciclopedia bizantina *Suda*, sus colegas lo llamaban Pentathlos, nombre que se daba a los que vencían en las cinco competiciones en las Olimpiadas. Véase <https://www.cs.uky.edu/~raphael/sol/sol-entries/epsilon/289>.

[219]«Al redactar el *Método* he pretendido sacarlo a la luz a la vez porque previamente había hablado en favor de él —no fuera que les pareciera a algunos que había estado hablando palabras vanas— y al mismo tiempo porque estaba convencido de que arrojaría no pequeña utilidad para la matemática. Pues sostengo que algunos, bien de los presentes, bien de los venideros, mediante el método que doy a conocer descubrirán incluso otros teoremas que aún no se me han ocurrido». De la carta a Eratóstenes que introduce el *Método*, en *Tratados II*.

[220]El libro se titula *Arenario* y se considera un precursor del cálculo infinitesimal que desarrollarían a finales del siglo XVII Leibniz y Newton. En su prólogo dice: «Creen algunos, rey Gelón, que es infinito en cantidad el número de los granos de arena —me refiero no sólo a la que hay en Siracusa y el resto de Sicilia, sino también a la de toda la Tierra [y a la de todo lo que llamamos mundo]—. Y hay también algunos que suponen que no es que sea infinito, sino que no ha recibido nombre ninguna cifra tan elevada que exceda esta cantidad», en *Tratados II*.

[221]En *Vida de Marcelo*, 14, Plutarco dice, refiriéndose a sus actuaciones como ingeniero: «Aunque había conquistado la reputación de una sagacidad sobrehumana, jamás se dignó dejar ningún escrito sobre el tema, pues considerando como innoble y sórdida toda cuestión de mecánica y de cualquier clase de arte enderezada a la utilidad y el provecho, puso toda su ambición en aquellas especulaciones cuya belleza y sutileza no estaban viciadas por mezcolanza alguna con las necesidades comunes de la vida». Véase Plutarco, *Vidas paralelas*, vol. III, Gredos, 2006.

[222]*Ibid*.

[223]Cicerón, *Disputaciones tusculanas*, lib. V, XXIII, 64-66. Gredos, 2005.

3. CON VIDA PROPIA

[224]Mientras el papiro fue el soporte de la escritura, los textos no solo se reproducían para un nuevo propietario, sino que cada cierto tiempo debían

hacerse nuevas copias debido al deterioro del material. Más tarde, al irse fijando en pergamino, las copias solo se producían para las nuevas adquisiciones, ya que eran duraderas. Esto debió de tener dos consecuencias sociales: la disminución del número de copistas —parecido a como el formato digital ha disminuido el número de tipógrafos— y el encarecimiento de los libros. Y, desde luego, una consecuencia bibliográfica: ha permitido que al menos algunos de ellos llegaran hasta nosotros.

[225]Un estudio detallado de este tema aparece en Nixey, *La edad de la penumbra*, Taurus, 2018.

[226]El proceso de copia se facilitó en Constantinopla gracias a la invención de la letra minúscula griega entre los siglos IX y X.

[227]La idea del libro y su dedicatoria se mencionan en el capítulo anterior.

[228]R. Netz, W. Noel, N. Tchernetska, N. Wilson, eds., *The Archimedes Palimpsest*, Cambridge University Press, 2011. Véase también <http://archimedespalimpsest.org/>.

[229]Se llama palimpsesto a un manuscrito antiguo que conserva huellas de una escritura anterior borrada artificialmente.

[230]El Metochion del Santo Sepulcro pertenecía al Patriarcado de Jerusalén.

4. ASÍ ACABÓ ALEJANDRÍA

[231]Datos generales sobre Hipatia en <https://mujeresconciencia.com/2015/06/15/hipatia/>.

[232]Alan Cameron, *The Greek Anthology from Meleager to Planudes*, Oxford, Clarendon Press, 1993, citado en Maria Dzielska, *Hipatia de Alejandría*, Siruela, 2004.

[233]Sinesio, *Cartas*, epístola 154, Gredos, 1995.

[234]*Ibid.*, epístola 15. No se conocen los motivos de la petición de Sinesio, pero hay menciones al uso de instrumentos higroscópicos en adivinación o quizá en los primeros pasos de la alquimia. Una y otra no estaban tan separadas de la ciencia en aquellos momentos.

[235]Filostrato, mencionado en Dzielska, *Hipatia de Alejandría*.

[236]*Suda*, upsilon 166, <http://www.stoa.org/sol-entries/upsilon/166>.

[237]Juan de Nikiu, *Chron.*, 84.87-88. Disponible en francés en <https://remacle.org/bloodwolf/historiens/jeannikiou/chronique3.htm>, y en inglés en <https://web.archive.org/web/20080611064604/http://www.earlychristianwritings.com/fathers/nikiu2_chronicle.htm>.

[238]Sinesio, *Cartas*, epístola 104.40, a Pilémenes.

[239]Una excepción por su rigurosidad es el libro *Hipatia de Alejandría*, de Maria Dzielska.

[240]Paulo Orosio, *Historias contra los paganos*, V, 15-18. Gredos, 1982.

5. UN FRANCISCANO INGLÉS

[241]Todas las citas recogidas en este capítulo proceden de *Opus Majus* de Roger Bacon, y muchas de las ideas que se expresan están basadas en los contenidos de la misma obra, así como en la introducción que de ella hace J. H. Bridges en la edición de Williams and Norgate de 1900.
[242]Se refiere a Alberto Magno.
[243]La brújula se inventó en varias culturas. Chinos, europeos y olmecas construyeron y utilizaron brújulas para la navegación en distintos momentos. Aunque Maricourt no fue el primero que escribió sobre ellas, quizá sí fue el primero que lo hizo en el contexto de un análisis científico del magnetismo.

6. LA IMPERFECCIÓN DE LOS CIELOS

[244]Galileo, *Carta a Cristina de Lorena*, Madrid, Alianza, 2006.
[245]Sagredo aparecerá más adelante como personaje del *Diálogo sobre los dos máximos sistemas*.
[246]Galileo, *Diálogo*, 134, habla Sagredo.
[247]*Ibid.*, carta citada por Antonio Beltrán, «Introducción».
[248]*Ibid.*, 80-81, habla Salviati.
[249]*Ibid.*, 136-137, habla Sagredo.
[250]Dos décadas antes del nacimiento de Galileo, y como respuesta a la libre interpretación de la Biblia propuesta por Lutero, la Iglesia católica había decretado que la única versión de la Biblia que se consideraba auténtica era la traducción del griego al latín que hizo san Jerónimo en el siglo IV, conocida como la Vulgata, la única cuya impresión estuvo permitida a partir de aquel momento. Cualquier intento de recuperación de versiones más antiguas o en las lenguas originales —el hebreo para el Antiguo Testamento y el griego para el Nuevo Testamento— que podían ser más auténticas quedó prohibido, así como las traducciones de la Vulgata a las lenguas vernáculas. Esto, como se puede entender, hacía de la Biblia un arcano solo al alcance de la interpretación que de ella hacía oficialmente la Iglesia católica.
[251]Galileo, *Diálogo*, 78, habla Salviati.
[252]*Ibid.*, 299-300, habla Sagredo.
[253]*Ibid.*, 62, habla Salviati.
[254]*Ibid.*, 248, habla Salviati.
[255]*Ibid.*, 237, habla Salviati.
[256]*Ibid.*, 276, habla Sagredo.

[257]*Ibid.*, 62, habla Sagredo.
[258]Citado por Beltrán en «Introducción», *Diálogo*.
[259]Galileo, *Diálogo*, 444, habla Salviati.
[260]La frase alude a lo que, según la leyenda, dijo antes de morir el emperador romano Juliano el Apóstata, refiriéndose, en su caso, a Jesús el galileo, pues durante su reinado no fue capaz de reinstaurar en el imperio la religión pagana, como había sido su intención.
[261]Carta a Galileo del 18 de septiembre de 1632. Citado por Beltrán, «Introducción», *Diálogo*.

7. EL POLÍTICO DE LA CIENCIA

[262]Voltaire, *Lettres philosophiques*, carta XII, Gallimard, 1986. [Hay trad. cast.: *Cartas filosóficas*, Losada, 2015]. Véase también <https://fr.wikisource.org/wiki/Lettres_philosophiques/Lettre_12>.
[263]Francis Bacon, *La gran restauración (Novum organum)*, Tecnos, 2011. Todas las citas no identificadas en este capítulo pertenecen a la misma obra.
[264]*Id.*, *Valerius Terminus: Of the Interpretation of Nature*, citado por Julián Martín en el apéndice de *Novum organum*. Véase también <https://www.gutenberg.org/files/3290/3290-h/3290-h.htm>.
[265]*Id.*, *Novum organum.*

8. LOS TRES ERRORES DE DESCARTES

[266]Adrien Baillet, *Vie de Monsieur Descartes,* lib. I, cap. 6, Daniel Horthemels, 1691, <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k75559n>.
[267]Ovidio, *Tristes*, lib. III, IV, 25, Gredos, 1992. *Bene vixit, qui bene latuit*. En la carta 45, a Marin Mersenne.
[268]André Gide, *Los alimentos terrenales*, Alianza, 2015.
[269]Antonio Damasio, *Descartes´ error*. *Emotion, Reason and the Human Brain*, Papermac, 1996. [Hay trad. cast.: *El error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano*, Crítica, 2010].
[270]René Descartes, *Discours de la méthode*, Flammarion, 2008.
[271]*Ibid.*
[272]William Harvey había publicado su tratado sobre la circulación de la sangre nueve años antes, en 1628.
[273]Voltaire, *Lettres philosophiques*, carta XIV.
[274]Carta a Arnaud, julio de 1648, Citado en las notas a *Lettres philosophiques*.
[275]Descartes, *Discours de la méthode*, II.

[276]*Ibid.*
[277]*Ibid.*, IV.
[278]*Ibid.*
[279]Charles Baudelaire, «El albatros», en *Las flores del mal*, Cátedra, 2018.

9. MAD MADGE CAVENDISH

[280]Margaret Cavendish, *El mundo resplandeciente*, Siruela, 2017.
[281]*Id.*, *Philosophical Letters*, citado en la introducción a *Observations upon experimental philosophy* (intr. y ed. de Eileen O'Neill, Cambridge University Press, 2001). También existe información abundante y bien organizada sobre Cavendish en David Cunning, «Margaret Lucas Cavendish», *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <https://plato.stanford.edu/archives/win2022/entries/margaret-cavendish/>.
[282]*Id.*, *Observations*.
[283]*Id.*, *Grounds of Natural Philosophy*, citado en la introducción a *Observations*.
[284]*Id.*, *Philosophical Letters*, citado en la introducción a *Observations*.
[285]*Ibid.*
[286]*Id.*, *Observations*.
[287]Alexander von Humboldt, *Cosmos*, citado en Wulf, *La invención de la naturaleza*.
[288]El título original es *The Description of a New World, Called The Blazing-World*. En la novela, una mujer viaja por el Polo Norte y llega a un mundo extraño donde los animales hablan y ella se convierte en su emperatriz.
[289]Cavendish, *El mundo resplandeciente*, pp. 82-83.
[290]*Id.*, *Observations*.
[291]Samuel Pepys, *Diarios (1660-1669)*, Renacimiento, 2014.
[292]Katie Whitaker, *Mad Madge: The Extraordinary Life of Margaret Cavendish, Duchess of Newcastle, the First Woman to Live by Her Pen*, Basic Books, 2002.
[293]*Ibid.*
[294]Carolyn Merchant, *La muerte de la naturaleza*, Comares, 2020, citado en la introducción a *Observations*.
[295]Eileen O'Neill, «Introduction», en *Observations upon Experimental Philosophy*; Sofía Calvente, «La crítica de Margaret Cavendish a la filosofía experimental a la luz de su metafísica», *Daimon. Revista Internacional de Filosofía*, n.º 89 (2023), pp. 99-116, <https://revistas.um.es/daimon/article/view/469741>.

10. *OLD MASTER OF THE UNIVERSE*

[296]Voltaire, *Lettres philosophiques*.
[297]William Stukeley, en una no muy fiable primera biografía de Newton publicada en 1752, escribe que, cuando ambos estaban sentados en el jardín, Newton le dijo «que se encontraba en la misma situación que cuando por primera vez se le ocurrió la idea de la gravedad. ¿Por qué ha de caer esta manzana siempre perpendicular al suelo?, había pensado para sí al ver caer una manzana cuando estaba sentado con ánimo contemplativo». Véase Alok Jha, «Isaac Newton's falling apple tale drops into the web», *The Guardian*, 18 de enero de 2010, <https://www.theguardian.com/science/2010/jan/18/issac-newton-apple-web>.
[298]Isaac Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Daniel Adee, 1846. Citado en adelante como *Principios*.
[299]Clérigo y clasicista, Richard Bentley dirigió el Trinity College de Cambridge durante varios años.
[300]Robert Boyle es considerado el fundador de la química moderna.
[301]Se refiere a cualquier fuerza de atracción en la distancia. La palabra que utiliza viene de *elektron*, que en griego significa «ámbar», por su propiedad de atracción cuando se frota. La misma palabra también se usaba para los fenómenos magnéticos. Es interesante cómo intuye que nervios y músculos funcionan por la propagación de esos impulsos «eléctricos» aún no identificados.
[302]Isaac Newton, «A hypothesis explaining properties of light», artículo mencionado por N. W. Chittenden en la biografía de Newton que acompaña a los *Principios* en la edición de Daniel Adee de 1846. Hay en estas ideas también una intuición certera sobre las bases eléctricas de la comunicación nerviosa.
[303]*Id*., *Principios*, lib. III.
[304]Fritz Rohrlich. *From Paradox to Reality. Our Basic Concepts of the Physical World*, Cambridge, Cambridge University Press, 1987.
[305]Cuando trabajaba en la parte final del texto, Émilie du Châtelet estaba próxima a dar a luz tras un embarazo tardío. Consciente del riesgo que corría, se apresuró a terminar el trabajo y consiguió enviar el manuscrito a la biblioteca real seis días después del parto y uno antes de su muerte.
[306]La órbita elíptica de Mercurio se desplaza en torno al Sol con una variación muy ligera —574 segundos de arco por siglo— de lo predicho según la ecuación de Newton. Los astrónomos asumían que esa pequeñísima desviación estaba causada por alguna influencia extra no detectada sobre la órbita, como alguna luna o cinturón de asteroides. Einstein pensó que era la extrema gravedad existente cerca del Sol la que hacía que Mercurio quedara fuera de las reglas previstas por Newton. La teoría de Einstein sí explicaba el comportamiento de Mercurio. Véase Simon Singh, «La batalla de la gravedad: Newton *vs.* Einstein», *El Viejo Topo* (31 de marzo de 2021), <https://www.elviejotopo.com/topoexpress/la-batalla-de-la-gravedad-newton-vs-einstein/>
[307]El mesomundo abarca la zona intermedia entre el rango de macromagnitudes en el que se mueve la física del universo por una parte y el de

micromagnitudes de la mecánica cuántica por otra.
[308]El nombre aludía también a su rechazo del dogma de la Trinidad.
[309]Voltaire, *Lettres philosophiques*, carta XIV.

11. LA NUEVA NATURALEZA

[310]Friedrich Nietzsche, *Lektionen auf geschichte des literatur Griechen*, citado en Maria Cristina dos Santos de Sousa, «Demócrito: o racionalismo como representação artística do mundo, segundo o filósofo Friedrich Nietzsche» *Kalagatos. Revista de Filosofía*, vol. 4, n.º 7 (2007), pp. 161-176.
[311]Barbara Stiegler, «El joven Nietzsche y la ciencia: el caso de Demócrito», *Estudios Nietzsche*, n.º 8 (2008), pp. 119-131.
[312]Andrea Wulf, *Magníficos rebeldes. Los primeros románticos y la invención del yo*, Taurus, 2022.
[313]Alexander von Humboldt, *Cosmos. Ensayo de una descripción física del mundo*, Gaspar y Roig, 1874.
[314]Véase <https://cvc.cervantes.es/ciencia/humboldt/default.htm>.
[315]Humboldt, *Personal Narrative 1814-1829*, vol. 4, pp. 143-144, citado en Wulf, *Invención de la naturaleza.*
[316]Wulf, *Invención de la naturaleza*.
[317]Humboldt, *Cosmos.*
[318]*Ibid.*
[319]*Ibid.*
[320]Jacinto Antón, «Humboldt, el genio romántico que anticipó el cambio climático», *El País*, 22 de septiembre de 2019, <https://elpais.com/elpais/2019/09/20/ideas/1568980684_909618.html>.
[321]Ernst Haeckel acuñó el término en 1866 y es considerado creador de la materia.
[322]Wulf, *Invención de la naturaleza*.
[323]William Whewell, en reseña publicada en *Quarterly Review*, 1834. Durante mucho tiempo a los científicos se les llamó por sus especialidades —astrónomos, geógrafos, químicos, etc.— o de forma más amplia se los conoció como filósofos naturales. Conforme se fueron profesionalizando, se hizo necesario un nuevo nombre común, pero prefirieron llamarse «hombres de ciencia» —*men of science* en inglés u *hommes de science* en francés—, por analogía con los «hombres de letras» que gozaban de gran prestigio. Es interesante que la palabra *scientist* se utilice por primera vez en el contexto de un libro publicado por una mujer a la que, evidentemente, no podían llamar «hombre de ciencia» debido a su género ni «mujer de ciencia» por ser un concepto inexistente.

12. JANE Y MICHEL: UN CUENTO EJEMPLAR

[324]Las dos opciones que tenían las mujeres cuando publicaban era hacerlo de forma anónima, como hizo Jane, o poner «By a Lady», como aparece en la primera novela de Jane Austen, *Sentido y sensibilidad*, publicada en 1811. Cuando conseguían poner su nombre, si estaban casadas, en realidad se trataba del nombre del marido. Y si se casaban varias veces, otras tantas cambiaban de nombre. La escritora que tradujo a Shakespeare al alemán a comienzos del siglo XIX, que se casó tres veces, firmó sucesivamente como Caroline Michaelis, Caroline Böhmer, Caroline Schlegel y Caroline Schelling, como cuenta Andrea Wulf en *Magníficos rebeldes*. El libro de Marie Curie *La radiologie et la guerre*, publicado en 1921, quince años después de la muerte de su marido, está firmado como «Mme. Pierre Curie», es decir, no solo con el apellido del marido sino incluso con el nombre. Hoy la adopción del apellido del marido se mantiene en varios países, lo que perjudica a mujeres que, tras haberse hecho un nombre como escritoras o científicas, se ven obligadas a cambiarlo si se casan. Algunas optan por mantener su nombre de origen en sus escritos profesionales para poder ser identificadas por sus colegas y el de su marido en los demás aspectos de la vida. Es una situación anómala y discriminatoria.
[325]Michael Faraday, *Experimental Researches in Chemistry and Physics*, Richard Taylor and William Francis, 1859, <https://openlibrary.org/books/OL6976494M/Experimental_researches_in_chemistry_and_physics>.
[326]*Ibid.*

13. POR LA BELLEZA DE LA CIENCIA

[327]Henri Becquerel, «Sur les radiations émises par phosphorescence», *Comptes rendus hebdomadaires des scéances de l'Academie des sciences*, Gauthier-Villars, 1896. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k30780/f422>.
[328]*Id.*, «Sur les radiations invisibles émises par les corps phosphorescents», *Comptes rendus hebdomadaires des scéances de l'Academie des sciences*, Gauthier-Villars, 1896, <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k30780/f503>.
[329]Marie Curie, *Pierre Curie* (incluye autobiografía), MacMillan, 1923, <https://archive.org/details/pierrecurie0000curi/page/n7/mode/2up?ref=ol&view=theater>.
[330]*Id.*, *The Discovery of Radium*, Ellen S. Richards Monographs 2, Vassar College, 1921, <https://en.wikisource.org/wiki/The_Discovery_of_Radium>.
[331]*Id.*, *Pierre Curie*.

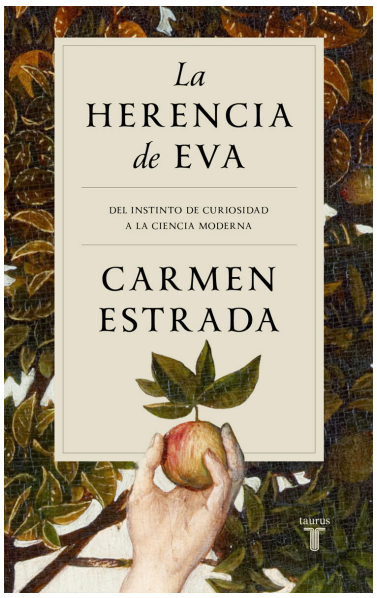
[332]*Ibid.*
[333]*Ibid.*
[334]Curie, «Notas autobiográficas», *Pierre Curie*.
[335]La relación entre ciencia y belleza que aquí recogemos de la pluma de Marie Curie no es insólita. Los éxtasis entusiastas de Humboldt ante ciertos paisajes objeto de su estudio, las bellísimas imágenes histológicas de Santiago Ramón y Cajal o las que actualmente ofrecen los microscopios de barrido son ejemplos de ello. Einstein se refirió a la belleza de sus ecuaciones y muchos matemáticos también dicen experimentar una emoción estética ante ciertos teoremas. Los poemas de Arato y Lucrecio o la obra de Leonardo da Vinci también dan testimonio de momentos de cohabitación de arte y ciencia.
[336]Curie, *The Discovery of Radium*.
[337]*Id.*, *Pierre Curie*.
[338]Caso muy famoso ocurrido en Francia en el que injustamente se acusó de espionaje y condenó al capitán judío Alfred Dreyfus. Émile Zola escribió en 1898 un manifiesto titulado *J'accuse* en el que ponía de relieve el antisemitismo subyacente en el caso y que tuvo una gran repercusión social.
[339]Marie Curie, *La radiologie et la guerre*, París, Librairie Félix Alcan, 1921, <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k67970j/f2.item>.
[340]Enfermedad causada por un fallo en la producción de glóbulos rojos en la médula ósea.

14. UN LABORATORIO EN MI HABITACIÓN

[341]Biólogo alemán que trabajó en la Washington University de St. Louis, cuyo artículo trataba sobre el efecto que la extirpación del primordio de una extremidad en un embrión de pollo tenía sobre el desarrollo del sistema nervioso que debería inervarla.
[342]Rita Levi Montalcini, *Elogio de la imperfección*, Ediciones B, 1999.
[343]*Ibid.*
[344]Famosa escena de la película *Una noche en la ópera*, de 1935.
[345]Viktor Hamburger y Rita Levi Montalcini, «The Path to the Discovery of Nerve Growth Factor», *Ann. Rev. Neurosc.*, vol. 24 (2001), pp. 551-600, <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.neuro.24.1.551#_i3>.
[346]Leslie Lars Iversen, «Rita Levi-Montalcini: neuroscientist par excellence, PNAS, vol. 110, n.º 13 (marzo de 2013), pp. 4862-4863, <https://doi.org/10.1073/pnas.1301976110>.

Un valioso ensayo sobre cómo el encuentro entre la ciencia y las humanidades ha sido el motor de nuestra civilización.

«La primera mujer, Eva, guiada por su instinto de curiosidad, tomó una manzana del árbol del conocimiento, comió de ella, y a continuación la dio a comer a su compañero, Adán. Son exactamente las tres etapas del quehacer científico: la curiosidad odeseo de saber, la adquisición del conocimiento y su transmisión a otros para que lo continúen».



Con una emocionante mirada humanista, Carmen Estrada, catedrática de fisiología humana, investigadora en neurociencia y estudiosa del griego clásico, explora la historia de la ciencia, su

papel en el desarrollo de nuestra cultura y el lugar que ocupa hoy, y sitúa los orígenes de esta actividad humana, natural, instintiva y hermanada con la filosofía mucho antes del nacimiento de la palabra ciencia, en los inicios de nuestra especie. En el camino, este ensayo relata, desde un punto de vista progresista y muy personal, las grandes colaboraciones y descubrimientos científicos, así como las maravillosas curiosidades que los rodean.

Sobre la autora y su obra la crítica ha dicho:

«La autora es una destacada neurobióloga, catedrática de Fisiología que, al jubilarse, se entregó a su pasión, el griego clásico, que se puso a estudiar desde abajo, matriculándose en Filología Clásica. Ha aplicado a su objeto de estudio el mismo rigor con que se desempeñaba como científica en sus diversos destinos».

Xavi Ayén, *La Vanguardia*

«Una lectura particular del clásico entre los clásicos, alejada de los estereotipos y clichés asignados tradicionalmente a la mujer en la literatura -y en la vida».

Marta Maldonado, *La Razón*

«Un ameno tono literario unido al rigor expositivo de las diversas ideas desarrolladas».

Jesús Ferrer, *La Razón*

Carmen Estrada (Sevilla, 1947) es licenciada en Medicina por la Universidad de Sevilla (US), doctora en Medicina por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), donde también ejerció de profesora titular de Fisiología Humana, catedrática de Fisiología Humana en la Universidad de Cádiz (UCA), investigadora en Neurociencia en la UAM, UCA, City of Hope Research Institute (California) y Universidad de California en Los Ángeles (UCLA), así como directora de proyectos de investigación en Neurociencia durante veinticinco años. Tras su jubilación como investigadora y docente se ha dedicado al estudio del griego clásico en la UCA y en la UAM. Es autora de la traducción y adaptación de *La Odisea* ilustrada por Miguel Brieva (Malpaso, 2019), *Cumplir treinta años en los años treinta* (Aconcagua, 2019) y *Odiseicas* (Seix Barral, 2021).

Primera edición: febrero de 2024

© 2024, Carmen Estrada
Publicado por acuerdo con Carmona Literary Agency
© 2024, Penguin Random House Grupo Editorial, S. A. U.
Travessera de Gràcia, 47-49. 08021 Barcelona

Diseño de la cubierta: Penguin Random House Grupo Editorial / NG
Imagen de la cubierta: detalle de La caída y la redención del hombre, Hugo van der Goes
Fotografía de la autora: © JC Medrano

Penguin Random House Grupo Editorial apoya la protección del *copyright.*
El *copyright* estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Gracias por comprar una edición autorizada de este libro y por respetar las leyes del *copyright* al no reproducir ni distribuir ninguna parte de esta obra por ningún medio sin permiso. Al hacerlo está respaldando a los autores y permitiendo que PRHGE continúe publicando libros para todos los lectores. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, https://www.cedro.org) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.

ISBN: 978-84-306-2647-2

Compuesto en Arca Edinet, S. L.

Facebook: penguinebooks
Facebook: taurusedítorial
Twitter: @taurusedítorial
Instagram: @ penguinlibros
Youtube: penguinlibros

«Para viajar lejos no hay mejor nave que un libro.»

EMILY DICKINSON

Gracias por tu lectura de este libro.

En **Penguinlibros.club** encontrarás las mejores recomendaciones de lectura.

Únete a nuestra comunidad y viaja con nosotros.

Penguinlibros.club

Penguin Random House Grupo Editorial

Penguinlibros

ÍNDICE

La herencia de Eva

Introducción
I. LAS PRIMERAS HUELLAS
1. Una larga historia
2. Acumulando datos para el futuro
3. La imagen del mundo
II. DESBROZANDO EL TERRENO DE LA CIENCIA
1. Homo cogitans
2. La fuerza del relato
3. El instinto de curiosidad
4. Poetas, fisiólogos y filósofos
5. Dos atletas paralelos
6. Poderoso caballero
III. LA CIENCIA DESDE DENTRO
1. La humildad de la ciencia
2. La tiranía del libro
3. La ideología del científico
4. Lenguaje científico frente a lenguaje humano
IV. LA CIENCIA Y LOS ESPEJISMOS SOCIALES
1. Del mito de la Edad de Oro al mito del progreso
2. La llamada «revolución científica»
3. Las manos de Escher
4 La naturaleza ¿al servicio del hombre?
5. Tres golpes al antropocentrismo
6. La ideología del historiador
V. EL MALESTAR DE LA CIENCIA
1. Los patronos de la ciencia
2. ¿Patentar la ciencia?
3. El relato tecnológico

4. La banalización de la ciencia
5. Morir de éxito: Antropoceno
6. No disparen al bombero
VI. CON NOMBRE PROPIO
1. El hilo materialista
2. El cilindro y la esfera
3. Con vida propia
4. Así acabó Alejandría
5. Un franciscano inglés
6. La imperfección de los cielos
7. El político de la ciencia
8. Los tres errores de Descartes
9. Mad Madge Cavendish
10. Old Master of the Universe
11. La nueva naturaleza
12. Jane y Michel: un cuento ejemplar
13. Por la belleza de la ciencia
14. Un laboratorio en mi habitación
Imágenes
Bibliografía
Agradecimientos
Índice cronológico

Notas
Sobre este libro
Sobre Carmen Estrada
Créditos